Д. З. Бунимович
Н. И. Хажинский

ТОВАРОВЕДЕНИЕ ФОТОГРАФИЧЕСКИХ ТОВАРОВ

ГОСТОРГИЗДАТ · 1954

Д. З. БУНИМОВИЧ, Н. И. ХАЖИНСКИЙ

ТОВАРОВЕДЕНИЕ ФОТОГРАФИЧЕСКИХ ТОВАРОВ



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО ТОРГОВОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
МОСКВА 1954

ПРЕДИСЛОВИЕ

Фотография позволяет изображать действительность с непревзойденной подробностью и документальной точностью. Она дает возможность получать изображения с такой быстротой и легкостью, с какой этого нельзя достигнуть никакими другими способами. Эти качества делают фотографию незаменимым средством самой точной регистрации явлений в самых различных областях науки и техники.

На протяжении всей истории фотографии выдающееся место в ее развитии и усовершенствовании принадлежит русским ученым и изобретателям. Открытия в области оптики, сделанные гениальным русским ученым М. В. Ломоносовым и его современником математиком, членом Российской Академии наук Л. Эйлером, послужили основой для создания первых ахроматически исправленных линз, которые были применены впоследствии как первые фотографические объективы.

Русскому конструктору Д. П. Езучевскому принадлежит первенство в создании складного портативного фотоаппарата. Идея широко применяемого сейчас шторно-щелевого фотографического затвора принадлежит русскому фотографу-изобретателю С. А. Юрковскому, который первый сконструировал такой затвор и применил его на практике. Благодаря изобретению русского фотографа И. В. Болдырева фотография обогатилась гибкими пленками, которые и были применены изобретателем в 1881 г., за несколько лет до появления их за границей.

В истории развития фотографии как искусства выдающаяся роль принадлежит первым русским фотографам-художникам С. Л. Левицкому, А. О. Карелину, М. П. Дмитриеву и др.

Ценный вклад в фотографическую науку внесли советские ученые — академик С. И. Вавилов, члены-корреспонденты Академии наук СССР А. И. Рабинович и К. В. Чибисов, профессор П. В. Козлов и др. Советскими учеными выяснена природа светочувствительности галоидо-серебряных солей, природа скрытого фотографического изображения, сущность процесса проявления.

Советскими инженерами, математиками, оптиками и конструкторами рассчитаны первоклассные фотографические объективы и созданы совершенные конструкции фотоаппаратов. Работники отечественной оптико-механической промышленности

освоили производство таких сложных и точных фотоаппаратов, как Зоркий-3, Киев, Киев-III и Зенит. Кинопленочная, фотобумажная и химическая промышленность освоила и организовала выпуск сложнейшей по своей структуре цветной пленки, цветной фотобумаги, сложных химических веществ.

Советская фотопромышленность выпускает сейчас все виды фотографических товаров.

Фотография в нашей стране с каждым годом приобретает все более широкое применение в общественной жизни, науке, технике, народном хозяйстве и в быту.

Фотографией увлекаются у нас люди самых различных возрастов и профессий. Невиданный размах приняло в нашей стране массовое фотолюбительское движение. Научной и прикладной фотографией занимаются миллионы советских людей, и число их неуклонно возрастает, что повышает спрос на фотографические товары и новейшую фотоаппаратуру.

В постановлении Совета Министров СССР и ЦК КПСС «О расширении производства промышленных товаров широкого потребления и улучшении их качества» предусмотрено дальнейшее увеличение производства фотоаппаратов. В 1954 г. наша промышленность будет выпускать до 765 тыс. штук фотоаппаратов, а в 1955 г. — до одного миллиона штук.

В условиях непрерывного расширения торговли фотоаппаратами и другими фототоварами особенно важное значение приобретает повышение квалификации работников торговой сети и в первую очередь товароведов.

Квалифицированный товаровед по фототоварам должен обладать не только знаниями торговой техники и материаловедения, но и знаниями фотографии, без которых невозможна правильная товароведческая работа. Вот почему в предлагаемой книге освещаются не только товароведческие но и научно-технические вопросы фотографии, оптики; излагаются свойства света и физико-химическая сущность фотографических процессов.

Поскольку книга рассчитана на читателя, знакомого с элементарной фотографией, вопросы фотографической практики в ней не рассматриваются.

Главы I—VI книги написаны Д. Бунимовичем, глава VII — Н. Хажинским.

ГЛАВА I

ОСНОВЫ ФОТОГРАФИИ

1. Природа света

В основе фотографии лежат физические свойства и химическое действие света. Физические свойства света позволяют нам получить на плоском экране оптическое, т. е. световое, изображение предметов, а химическое действие света — запечатлеть это изображение. Естественно, поэтому, что понимание фотографического процесса невозможно без ознакомления со свойствами света.

Под словом «свет» в обиходе понимают поток лучистой энергии, воспринимаемой глазом, вызывающей зрительное ощущение. К числу световых излучений относятся и такие, которые не ощущаются глазом, — это инфракрасные и ультрафиолетовые излучения.

Природа света весьма сложна. Известно, что в целом ряде явлений свет ведет себя как волновое движение. На основе этого возникла волновая теория, которая рассматривает свет как поперечное колебательное движение электромагнитных волн.

Однако в целом ряде случаев свет ведет себя как поток материальных частиц, стремительно несущихся в пространстве и с силой ударяющихся о поверхность встречающихся тел.

Примером такого поведения света может служить открытый нашим соотечественником А. Г. Столетовым фото-электрический эффект, заключающийся в том, что свет, падая на поверхность тел, выбивает из них электроны. Этим же свойством объясняется и химическое воздействие света на светочувствительные вещества, применяемые в фотографии, в результате которого вещества эти химически изменяются.

Научные исследования, проведенные в последние годы, показали, что свет действительно обладает свойством стремительно несущихся частиц, которые представляют собой мельчайшие порции энергии, называемые *фотонами или квантами*.

Установлено также, что количество энергии, переносимое каждым квантом света, строго определенно и обратно пропорционально длине волны излучения. Это значит, что чем короче длина волны излучения, тем бо́льшей энергией обладают кванты

света этого излучения, при этом химическое воздействие на вещество оказывают только те кванты света, которые этим веществом поглощаются.

Основной характеристикой световых излучений является длина волны, т. е. расстояние между вершинами (или впадинами) двух

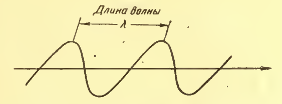


Рис. 1. Схематическое изображение световой волны

соседних волн (рис. 1), обозначаемое греческой буквой λ (ламбда), или частота колебаний, обозначаемая буквой γ (ню).

Между скоростью распространения света *c*, длиной волны λ и частотой колебаний γ существует следующая зависимость:

$$c = \lambda \cdot \gamma$$

Иными словами, чем короче длина волны, тем больше частота колебаний и наоборот.

Длина волны определяет качество излучения, которое выражается в цвете.

В табл. 1 показаны изменения в цвете излучения в зависимости от изменения длины волны излучения.

Таблица 1

Длина волны в миллимикронах[1]	Цвет излучения
От 380 до 450	Фиолетовый
„ 450 „ 480	Синий
„ 480 „ 510	Голубой
„ 510 „ 550	Зеленый
„ 550 „ 575	Желто-зеленый
„ 575 „ 585	Желтый
„ 585 „ 620	Оранжевый
„ 620 „ 780	Красный

[1] Миллимикрон равен одной миллионной доле миллиметра.

2. Основные свойства света

Свет распространяется со скоростью приблизительно 300 000 км в секунду. Наблюдая, как пробиваются лучи солнца сквозь облака, легко заметить, что лучи света распространяются строго прямолинейно.

Прямолинейность распространения света легко доказывается и целым рядом простейших опытов, известных читателям из элементарного курса физики.

Интересным свойством света является независимость распространения лучей света. Два или три пучка лучей, направленных, например, прожекторами, могут пересекаться, что не мешает их дальнейшему прямолинейному распространению. Встречая на своем пути поверхности тел, лучи света отражаются от них.

Проникая из одной прозрачной среды в другую, обладающую иными физическими свойствами, лучи света преломляются, т. е. меняют свое направление. Таковы основные свойства света, ставшие известными человечеству и использованные им для создания оптических приборов задолго до того, как была раскрыта и изучена сама природа света.

Исходя из прямолинейности распространения света, многие световые явления, происходящие в оптических приборах, могут быть представлены и объяснены методами геометрической, или лучевой, оптики.

Геометрической, или лучевой, оптикой называется наука, изучающая явления, происходящие в оптических приборах, с геометрической (математической) точки зрения. Основные положения лучевой оптики заключаются в том, что световой луч и светящаяся точка принимаются как понятия не физические, а геометрические.

Под световым лучом в лучевой оптике понимается геометрическая прямая, определяющая направление света. На рис. 1 он показан в виде прямой линии. Под светящейся точкой понимается точечный источник света бесконечно малых размеров (геометрическая точка).

Методы лучевой оптики вполне отвечают требованиям практики, вместе с тем они значительно проще, убедительнее и нагляднее всех других методов, поэтому для объяснения многих световых явлений, происходящих в оптических приборах, пользуются этими методами.

Вместе с тем следует учесть, что геометрическая оптика не может объяснить истинную картину всех световых явлений, связанных с волновым характером света, и для объяснения таких явлений следует обращаться к физической оптике.

3. Законы распространения света

Когда на пути луча встречается поверхность какого-либо тела, то луч отражается от нее, изменив при этом свое направление.

На рис. 2 показана идеально гладкая поверхность MM_1. Луч *АБ*, падающий на эту поверхность, называется падающим лучом, а луч *БВ*, отраженный этой поверхностью, — отраженным лучом.

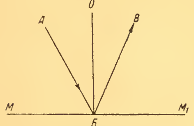


Рис. 2. Схема основного закона отражения: угол падения *АБО* равен углу отражения *ОБВ*

Основной закон отражения заключается в том, что угол падения равен углу отражения.

Углом падения называется угол, заключенный между падающим лучом и нормалью в точке его падения. На нашем рисунке это угол *АБО*. Согласно приведенному закону отраженный луч *БВ* составляет с нормалью *БО* угол *ОБВ*, равный углу *АБО*.

Второй закон отражения заключается в том, что луч падающий, луч отраженный и нормаль в точке падения лежат в одной плоскости.

Приведенные законы отражения применимы как к отдельно взятым лучам, так и к пучкам лучей; однако в зависимости от характера поверхности, на которую падает пучок света, отражение может иметь также различный характер.

Так, если пучок параллельных лучей падает на идеально гладкую поверхность под некоторым углом, то, подчиняясь основному закону отражения, все лучи отразятся от такой поверхности под одним и тем же углом, и, следовательно, в отраженном пучке света все лучи сохранят свою параллельность. Такое отражение называется правильным или зеркальным (рис. 3).

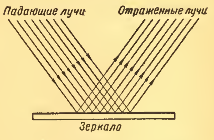


Рис. 3. Правильное или зеркальное отражение

Иначе происходит отражение, если вместо зеркально гладкой поверхности взять поверхность неполированную, матовую, напри-

мер, лист бумаги. Хотя поверхность бумаги и кажется гладкой, тем не менее для лучей света, длина волны которых измеряется долями микрона, она будет грубо шероховатой, бугристой. От каждой отдельно взятой точки этой поверхности лучи отражаются согласно основному закону равенства углов, но отраженные лучи уже не будут параллельными — они рассеятся, так как отдельные участки бумаги не расположены в одной плоскости (рис. 4). Такое отражение называется рассеянным или диффузным.

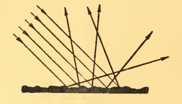


Рис. 4. Рассеянное, или диффузное, отражение

Диффузное отражение является самым распространенным, так как зеркально гладкие поверхности в природе встречаются чрезвычайно редко. Благодаря диффузному отражению мы видим окружающие нас предметы с самых различных точек, так как лучи света, отражаясь во всевозможных направлениях, всегда частично попадают в наш глаз.

Определенным законам подчиняется и преломление света при переходе луча из одной прозрачной среды в другую. Законы эти несколько сложнее законов отражения, и для случаев перехода луча в прозрачное тело из пустоты основной закон преломления формулируется так: отношение синуса угла падения к синусу угла преломления остается постоянным при любом значении угла падения.

$$\frac{\operatorname{Sin} \alpha}{\operatorname{Sin} \beta} = n = \mathrm{Const},$$

где: α — угол падения,

β — угол преломления.

Приведенное отношение носит название показателя преломления вещества, в которое входит луч из пустоты. Учитывая, однако, что показатель преломления воздуха весьма близок к показателю преломления пустоты, принимаемому за единицу, приведенное отношение без существенной погрешности можно применять и для случаев перехода луча в то или иное прозрачное вещество из воздуха.

Показатель преломления для всех прозрачных тел больше единицы, но в большинстве случаев не достигает двух. Так, например, показатель преломления воздуха равен 1,00029, воды — 1,334, канадского бальзама — 1,54 стекла — примерно от 1,51 до 1,92.

При переходе луча из одного прозрачного тела в другое, например из воды в стекло, в приведенное выше отношение вводятся также абсолютные показатели преломления этих сред. Такая формула называется относительным показателем преломления. Поскольку в фотографической практике никогда не приходится иметь дело с относительным показателем преломления, в дальнейшем он упоминаться не будет.

Второй закон преломления заключается в том, что луч падающий и луч преломленный, а также нормаль к поверхности, разделяющей две среды в точке падения луча, лежат в одной плоскости. На рис. 5 приведен случай преломления луча при переходе из воздуха в стекло. Луч *АБ* — называется падающим лучом, а *БВ* — преломленным лучом. Линия *ОБ* является нормалью к поверхности раздела сред в точке падения. Угол α является углом падения, а угол β — углом преломления.

Преломление света объясняется различной скоростью распространения света в различных прозрачных средах, при этом чем больше оптическая плотность среды, тем большее сопротивление оказывает эта среда движению света и тем сильнее она преломляет свет, т. е. тем больше показатель преломления среды. Таким образом, показатель преломления среды, определяющий, во сколько раз скорость распространения света в данной среде меньше, чем в пустоте (или в воздухе), может служить и обычно служит мерой оптической плотности среды.

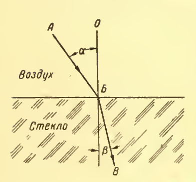


Рис. 5. Схема второго закона преломления

Следует, однако, учесть, что скорость распространения световых волн различной длины одинакова для всех волн в пустоте и почти одинакова в воздухе; в дригих прозрачных средах она неодинакова.

Это явление служит причиной дисперсии, заключающейся в том, что сложный, например белый свет, проходя сквозь призму, разлагается на составляющие его цветные лучи, образуя спектр.

Определяя показатель преломления среды при точных оптических расчетах, обычно указывают, к какой длине волны этот показатель относится.

Основным показателем преломления лучей в оптических стеклах, идущих на изготовление фотографических объективов, принимается показатель желтых лучей с длиной волны 589,3 мμ.

Приведенные выше примеры преломления относятся к случаям проникновения света из оптически менее плотной среды в более плотную, например из воздуха в стекло, однако на практике, например в линзах фотографического объектива, бывают и обратные явления, когда свет, пройдя сквозь стекло линзы, снова проникает в воздух. В таких случаях угол преломления будет больше угла падения, и по мере увеличения угла падения преломленный луч будет все более и более удаляться от нормали и приближаться к поверхности раздела.

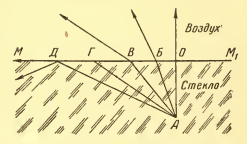


Рис. 6. Преломление света при переходе из более плотной среды в менее плотную

На рис. 6 схематически показано это явление. Из точки *А,* находящейся внутри стекла, к линии раздела $ММ_1$ направляется пучок лучей. Как видно из схемы, с увеличением угла падения луча угол преломления также увеличивается, приближаясь к поверхности раздела $ММ_1$ и при некоторой величине угла падения наступает момент, когда луч *АГ* уже не выходит за пределы стекла, а начинает как бы скользить по поверхности раздела. Наибольший угол падения, при котором еще преломляется луч, называется предельным, или критическим, углом преломления. При всяком дальнейшем увеличении угла падения луч уже не будет выходить за пределы более плотной среды (в данном случае стекла), а будет отражаться от поверхности раздела, подчиняясь законам отражения. Такое явление в оптике носит название полного внутреннего отражения и довольно часто наблюдается в оптических приборах, содержащих отражающие призмы.

Изменения направления лучей на поверхности раздела смежных сред являются основой, на которой базируется вся прикладная оптика и все расчеты оптических приборов. Расчет любой оптической системы и состоит, собственно, в последовательном применении законов отражения и преломления лучей света при прохождении лучами света всех поверхностей разделов сред, которые встречает свет на своем пути внутри оптического прибора.

4. Возникновение оптического изображения

Как известно, фотографическое изображение по своим очертаниям, расположению света и тени представляет собой копию оптического изображения, создаваемого объективом фотоаппарата на светочувствительной поверхности фотографической пластинки или пленки. Как же возникает это оптическое изображение?

Рис. 7. Преломление света при прохождении сквозь плоскопараллельную стеклянную пластинку

Выяснение этого процесса требует ознакомления с прохождением света через оптические детали объектива.

Прежде всего необходимо рассмотреть путь луча света через плоскопараллельную стеклянную пластинку (рис. 7).

Допустим, что на поверхности MM_1 плоскопараллельной стеклянной пластинки падает луч $АБ$ под углом α к нормали $ОБ$. Преломившись на плоскости раздела MM_1, луч отклонится и пойдет внутри стекла под углом β, который будет меньше α.

Достигнув противоположной поверхности стекла PP_1, луч встретится с этой поверхностью под углом β_1, равном углу β (поскольку плоскости MM_1 и PP_1 параллельны). Очевидно, что в таком случае угол преломления α_1 по выходе луча из стекла в воздух будет равен углу α, поскольку углы α и β связаны приведенным выше отношением синусов.

Таким образом, пройдя сквозь плоскопараллельную пластинку, луч света не изменит своего направления, однако несколько сместится в сторону, причем смещение это будет тем бо́льшим, чем больше толщина стекла.

Рис. 8. Преломление света при прохождении сквозь призму

Рассмотрим теперь путь луча света через стеклянную пластинку, ограниченную непараллельными плоскостями, т. е. сквозь призму (рис. 8).

Луч $АБ$, встретившись с поверхностью MH, преломится и, приблизившись к нормали OO_1, несколько отклонится в сторону

основания призмы *МК*. Продолжая свой путь внутри призмы, луч достигнет точки *В* и, выходя из призмы, вновь преломится. Поскольку луч проникает из более плотной среды в менее плотную (из стекла в воздух), он несколько удалится от нормали CC_1 и поэтому отклонится к основанию призмы и пойдет в направлении *ВГ*.

Таким образом при прохождении сквозь призму лучи света всегда отклоняются в сторону основания призмы.

Продолжив лучи *АБ* и *ВГ* внутри призмы до их пересечения, найдем угол α, который и будет углом отклонения. Величина этого угла зависит, во-первых, от величины угла *МНК*, называемого преломляющим углом, и, во-вторых, показателя преломления стекла призмы. Чем больше преломляющий угол и показатель преломления стекла призмы, тем угол отклонения луча больше.

Перейдем теперь к рассмотрению прохождения лучей света через двояковыпуклое (увеличительное) стекло или так называемую собирательную линзу.

Возьмем двояковыпуклую линзу и, приложив к одной из ее сторон лист белой бумаги, обратим другую сторону линзы к солнцу. После этого начнем постепенно отдалять лист бумаги от линзы, наблюдая за световым кругом на бумаге. Проделывая этот опыт, можно легко заметить, что сначала на бумаге появится световой круг с диаметром, почти равным диаметру линзы, однако по мере отдаления бумаги от линзы этот круг будет постепенно уменьшаться, пока не достигнет некоторой предельно малой величины. Опыт убедительно доказывает, что лучи солнца, которые вследствие значительной удаленности солнца от земли можно принять за параллельные, после прохождения сквозь двояковыпуклую линзу сходятся коническим пучком, образуя светящуюся точку (рис. 9). Поэтому такие линзы и получили название собирательных.



Рис. 9. Лучи света, проходя сквозь двояковыпуклую линзу, сходятся конническим пучком

Описанное свойство собирательной линзы объясняется ее формой. Отдельные участки собирательной линзы можно без боль-

шой погрешности рассматривать как призмы, обращенные своими преломляющими углами к краям линзы, а основаниями — к ее центру, и эти призмы симметрично расположены вокруг центра линзы (рис. 10). При этом, как видно из рисунка, по мере удаления от центра линзы к краям, преломляющие углы воображаемых призм постепенно увеличиваются; вследствие этого лучи

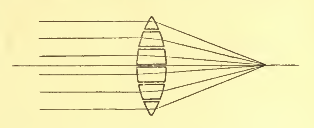


Рис. 10. Собирательная линза

света, падающие на края линзы, преломляются сильнее, чем лучи, падающие на центральную часть линзы.

Образование оптического изображения легко уяснить, взяв в качестве предмета светящуюся точку. Лучи света, расходясь во все стороны от этой точки, образуют неограниченный пучок. Некоторая ограниченная часть лучей расходящимся пучком упадет на поверхность линзы и, пройдя сквозь линзу, соберется в одну точку. И если в месте пересечения лучей поместить экран, то на нем появится световая точка, представляющая собой изображение светящейся точки.

Поверхность любого светящегося тела представляет собой совокупность светящихся точек, каждая из которых, посылая на поверхность линзы пучок лучей, дает на экране изображение точки; совокупность же этих изображений даст, очевидно, изображение всего светящегося тела.

Аналогично происходит образование изображения и освещенных предметов. Вследствие диффузного отражения каждая точка поверхности предмета отражает упавшие на нее лучи света во всевозможных направлениях и, таким образом, сама как бы превращается в светящуюся точку. Совокупность изображений всех точек предмета образует изображение всего предмета.

Линза всегда дает перевернутое изображение. Причину этого явления можно объяснить графически. При этом нет нужды изображать все точки и соответствующие им лучи и изображения. Вполне достаточно, взяв какой-либо предмет, изобразить ход лучей из двух крайних точек этого предмета и найти места их изображений на экране (рис. 11). Все остальные точки изобра-

жения, очевидно, расположатся между найденными двумя точками. Как видно из рисунка, изображение верхней точки предмета образуется в нижней части экрана, а нижней точки — в верхней части экрана, вследствие чего изображение и получается перевернутым.

Подобным же образом возникает оптическое изображение в фотографическом аппарате при посредстве фотографического

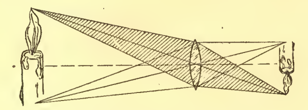


Рис. 11. Схема возникновения оптического изображения

объектива, который, хотя и состоит обычно из нескольких линз, но действует подобно одной собирательной линзе, т. е. представляет собой собирательную оптическую систему.

5. Фотохимическое действие света и получение фотографического изображения

Ознакомившись с природой и физическими свойствами света, мы имеем возможность убедиться, что при помощи собирательной линзы можно получить оптическое изображение предметов.

Не останавливаясь пока на вопросах качества такого изображения (к этому мы вернемся позднее), ознакомимся с механизмом получения фотографического изображения в фотоаппарате.

Получение фотографического изображения основано на фотохимическом действии света. Примеров такого действия, повседневно наблюдаемых нами, можно привести немало. Химическим действием света объясняются выцветание («выгорание») красок, загар человеческой кожи, беление льняных тканей лучами солнца и т. д. Химическим действием света объясняется также одно из самых важных в природе превращений — образование хлорофилла в листьях и других зеленых частях растений.

Вещества, химически изменяющиеся под действием света, называются светочувствительными. Таких веществ в природе довольно много, однако подавляющее большинство их реагирует на действие света очень медленно и поэтому для целей фотографии непригодно. В фотографии используются вещества, создаваемые искусственным путем и отличающиеся исключительно

высокой светочувствительностью. Такими веществами являются галоидные[1] соли серебра: бромистое серебро $AgBr$, хлористое серебро $AgCl$ и иодистое серебро AgJ. Наибольшее применение получило бромистое и хлористое серебро. Иодистое серебро самостоятельно не применяется и обычно используется совместно с бромистым или хлористым. Фтористое серебро AgF в фотографии не применяется вследствие растворимости его в воде.

Практически, бромистое серебро может быть получено путем обменной реакции между бромистым калием KBr и азотно-кислым серебром $AgNO_3$.

При смешивании водных растворов этих двух веществ происходит реакция:

$$AgNO_3 + KBr = KNO_3 + AgBr$$

При этом бромистое серебро выпадает в виде желтоватого осадка. Заменив бромистый калий хлористым или иодистым, можно таким же способом получить хлористое или иодистое серебро.

Калиевые соли галоида можно заменить натриевыми или аммониевыми. Во всех случаях галоидная соль серебра выпадает в виде осадка, состоящего из микроскопических кристаллов.

Если реакцию вести не в водном, а в желатиновом растворе, то образующееся галоидное серебро не выпадает в осадок, а остается во взвешенном состоянии. Полученная суспензия в технике называется фотографической эмульсией. Пластинки или пленки, покрытые тонким слоем такой эмульсии, и применяются в фотографии для «улавливания» оптического изображения, создаваемого объективом в фотоаппарате.

В чем же заключается действие света на галоидные соли серебра?

В общих чертах современные научные взгляды на природу светочувствительности галоидных солей серебра сводятся к следующему. При химическом взаимодействии азотнокислого серебра и бромистого калия (или другой галоидной соли) из атомов брома и серебра образуются молекулы бромистого серебра, в которых один освобожденный электрон каждого атома серебра присоединяется к атому брома, и атомы серебра превращаются, таким образом, в положительно заряженные ионы серебра, а атомы брома — в отрицательно заряженные ионы брома.

Так как разноименно заряженные электрические частицы взаимно притягиваются, то между ионами брома и серебра устанавливается электростатическое равновесие, и ионы располагаются в симметричную устойчивую кубическую решетку, в кото-

[1] Галоидами, или галогенами, в химии называется группа химических элементов — фтор, хлор, бром и иод.

рой каждый ион серебра окружен шестью ионами брома, а каждый ион брома — шестью ионами серебра (рис. 12).

Действие света на кристаллическую решетку заключается в том, что под влиянием энергии каждого кванта света в ионах брома освобождается один электрон, который, присоединяясь к иону серебра, превращает его в электрически нейтральный атом серебра. Чем сильнее действие света, тем больше электронов отрывается от ионов брома и возвращается к ионам серебра. Силы притяжения между атомами исчезают, кристаллическая решетка ослабляется и разрушается. При этом бром поглощается желатиной или уходит в пространство в виде газа, а атомы серебра образуют частицы чистого металлического серебра.

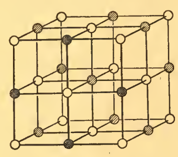


Рис. 12. Схема кристаллической решетки бромистого серебра

При значительном количестве световой энергии кристалл галоидного серебра целиком превращается в крупицу металлического серебра, что можно видеть, наблюдая потемнение фотографической эмульсии или светочувствительного слоя под действием лучей света. При незначительном действии света образование металлического серебра происходит в отдельных точках кристалла. Эти мельчайшие зародыши металлического серебра, образующиеся в первую очередь в местах посторонних вкраплений и деформации кристалла (изломов и трещин), получили название центров светочувствительности.

Долгое время считалось, что в образовании центров светочувствительности главную роль играют ультрамикроскопические вкрапления сернистого серебра, образующиеся в процессе взаимодействия содержащейся в желатине лабильной серы с бромистым (или другим галоидным) серебром и что эти вкрапления сернистого серебра, вызывая деформацию в отдельных местах кристалла, концентрируют в этих местах начальное действие света.

Исследования советских ученых К. Чибисова, А. Титова и А. Михайловой, проведенные в последние годы (1946—1949), показали, что в образовании центров светочувствительности сернистое серебро играет не главную, а второстепенную роль; главная же роль принадлежит небольшим скоплениям атомов металлического серебра, которые и составляют центры светочувствительности [1].

[1] Эта работа советских ученых удостоена Сталинской премии.

Такова в общих чертах природа светочувствительности галоидо-серебряных эмульсий. Изложенная здесь в весьма упрощенном виде природа светочувствительности в действительности гораздо более сложна и остается предметом дальнейшего изучения.

В свете новейших исследований действие света на кристаллы галоидного серебра выражается в том, что под влиянием света число атомов металлического серебра в центрах чувствительности увеличивается. Явление это носит название ф о т о л и з а. Однако под влиянием того небольшого количества световой энергии, каким обычно пользуются при фотографической съемке, в кристаллах галоидного серебра образуется столь незначительное количество металлического серебра, что оно не может быть обнаружено не только невооруженным глазом, но и с помощью оптических микроскопов.

Лишь с применением электронных микроскопов, дающих увеличение в 50—70 тысяч раз, удалось впервые увидеть фотолитическое действие света в центрах чувствительности. Изображение, получаемое в результате фотолиза, получило название с к р ы т о г о ф о т о г р а ф и ч е с к о г о и з о б р а ж е н и я.

Превращение скрытого фотографического изображения в видимое происходит путем проявления экспонированной (заснятой) пластинки или пленки с помощью химического раствора, называемого п р о я в и т е л е м.

Сущность процесса проявления скрытого фотографического изображения заключается в том, что содержащееся в растворах проявителя проявляющее вещество, реагируя с галоидным серебром, превращает последнее в металлическое серебро. Процесс этот может происходить и без участия света, однако восстановление металлического серебра происходит в этом случае очень медленно. Сущность химических явлений, происходящих в процессе проявления, весьма сложна и недостаточно изучена. Процесс же проявления заключается в следующем. Проявление начинается в центрах чувствительности, которые являются, таким образом, ц е н т р а м и п р о я в л е н и я, и постепенно распространяется на весь кристалл. По мере увеличения количества металлического серебра в кристалле процесс проявления ускоряется, при этом начавшееся в кристалле проявление протекает до превращения всего кристалла в крупицу металлического серебра. Одновременно восстановление серебра происходит и в тех кристаллах, которые сами не обладают способностью к быстрому проявлению, но соприкасаются с кристаллами, обладающими этой способностью.

Скорость проявления кристалла зависит от количества серебра, образовавшегося в нем в процессе фотолиза. С увеличением количества серебра в кристалле скорость восстановления

металлического серебра возрастает. Этим объясняется так называемое избирательное действие проявителя, заключающееся в том, что проявление скрытого изображения раньше всего начинается там, где воздействие света было наибольшим.

Так как в процессе съемки свет воздействует не на всю поверхность фотопластинки (или пленки), а лишь на некоторые ее участки, то в эмульсионном слое после проявления остается еще значительное количество невосстановленного галоидного серебра (в среднем около 75% первоначального количества), которое, продолжая оставаться чувствительным к свету, со временем темнеет в результате фотолиза. Таким образом, проявленное фотографическое изображение является весьма непрочным и чтобы сделать это изображение светостойким, следует удалить из слоя оставшиеся галоидные соли серебра.

Так как галоидные соли серебра в воде почти нерастворимы удаление их из светочувствительного слоя не может быть достигнуто простой промывкой. Для этой цели фотопластинку или пленку после проявления подвергают фиксированию.

Сущность процесса фиксирования заключается в том, что фиксирующее вещество, реагируя с галоидным серебром, образует растворимые в воде комплексные соли.

В качестве фиксирующего раствора в фотографии применяется раствор тиосульфата натрия $Na_2S_2O_3$, называемого в обиходе гипосульфитом.

В результате проявления и фиксирования в желатиновом слое пластинки или пленки в виде мельчайших крупиц (зерен) остается лишь чистое металлическое серебро, количество которого в различных участках слоя соответствует количеству воздействовавшего на этот участок света, а так как серебро в таком мелкораздробленном состоянии теряет свой цвет и металлический блеск и становится угольно-черным, то черные места изображения соответствуют освещавшимся во время съемки участкам пластинки (пленки), а светлые (точнее прозрачные) места — неосвещавшимся участкам.

Вследствие этого изображение, полученное на пластинке (пленке), имеет обратное расположение светлых и темных мест. Такое изображение называется негативным, а пластинка или пленка с таким изображением негативом (рис. 13).

С одного негатива можно получить любое количество правильных фотографических изображений на бумаге, называемых позитивами или просто фотоотпечатками.

Для изготовления фотоотпечатков применяется специальная светочувствительная фотографическая бумага, покрытая с одной стороны тонким слоем светочувствительной эмульсии, подобной эмульсии пластинок и пленок, но менее чувствительной к свету.

Негатив прикладывают вплотную к фотобумаге и освещают. Свет, проходя беспрепятственно через светлые (прозрачные) участки негатива, действует на бумагу, соответствующие участки которой после проявления темнеют. Через малопрозрачные места негатива свет проходит частично, т. е. ослабленным, и поэтому слабо воздействует на фотобумагу, вследствие чего эти участки бумаги только слегка темнеют в проявителе. Наконец, через непрозрачные участки негатива свет не проходит, и бумага в этих местах остается после проявления белой.



Рис. 13. Негатив



Рис. 14. Позитив

В результате темные и светлые участки негатива на бумаге как бы меняются местами, и изображение получается правильным (рис. 14). Такое изображение называется позитивом. Проявленный фотоотпечаток, подобно негативу, фиксируют, промывают и высушивают.

Таковы в общих чертах физико-химическая сущность фотографии и технология основного фотографического процесса.

Последним достижением фотографической науки и техники является цветная фотография, в основе которой лежит идея трехкомпонентности цветового зрения, высказанная великим русским ученым М. В. Ломоносовым и подтвержденная всеми последующими исследованиями.

Согласно принятой сейчас в науке трехцветной теории зрения все неисчислимое богатство цветов природы воспринимается нами путем оптического сложения всего лишь трех основных цветов: красного, зеленого и синего. При таком понимании трехкомпонентной теории следует считать, что в светоощущающем аппарате нашего глаза, т. е. в его сетчатой оболочке, имеется три вида нервных клеток, из которых одни воспринимают преимущественно длинноволновые лучи спектра (красную область), другие — преимущественно коротковолновые лучи (синюю область), а третьи — средние лучи (зеленую область).

Обычно свет воздействует на все три вида нервных клеток или на два из них. При этом, когда свет одинаково воздействует на все три вида клеток, мы получаем ощущение белого. Во всех других случаях, т. е. когда световые волны различной длины возбуждают нервные клетки в различной степени, у нас возникают ощущения самых различных цветов.

Трехцветная теория зрения подсказала идею практического осуществления цветного фотографирования. Изготовление цветного фотографического изображения осуществляется соединением трех изображений, полученных с помощью лучей трех основных цветов.

Новейший способ цветной фотографии основан на применении специальных цветных фотоматериалов, которые содержат не один, а три светочувствительных слоя, нанесенных один поверх другого на одну общую подложку. Поэтому эти материалы получили название трехслойных.

Благодаря применению эмульсий, различно очувствленных к цветным лучам, а также использованию желтого светофильтрового слоя, отделяющего верхний эмульсионный слой от среднего, цветным материалом придана особая избирательная чувствительность. Верхний слой этих материалов дает изображение за счет синих лучей, средний — за счет зеленых, а нижний — за счет красных.

В каждом из трех эмульсионных слоев, кроме обычных составных частей, содержится особая, так называемая цветная компонента, дающая цветное изображение: в верхнем слое — желтое, в среднем — пурпурное, а в нижнем — голубое. Цвета эти являются дополнительными к трем основным (дополняют основные цвета до белого).

После съемки и специальной цветохимической обработки трехслойных материалов на них образуется негативное изображение в цветах, дополнительных к цветам натуры.

Сущность этой цветохимической обработки в общих чертах заключается в том, что материал проявляется в специальном цветном проявителе, продукты окисления которого, химически соединяясь с цветными компонентами, образуют краситель в коли-

честве, строго пропорциональном количеству выделившегося серебра.

В результате проявления в каждом эмульсионном слое возникают одновременно два идентичных изображения, из которых одно черное (за счет серебра), а другое цветное (за счет цветной компоненты).

Последующими операциями обработки черные (серебряные) изображения удаляют путем отбелки и растворения отбеленного серебра, а цветные изображения остаются, при этом они оказываются точно совмещенными по контурам.

После печати с цветных негативов на подобных же позитивных цветных материалах получается позитивное цветное изображение в цветах, соответствующих натуре.

В качестве негативных цветных материалов применяется пленка, а в качестве позитивных материалов — пленка или бумага.

ГЛАВА II

ФОТОГРАФИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТИВЫ

1. Линзы и их свойства

Линзой называется прозрачная среда, ограниченная с одной или с обеих сторон сферическими (шаровыми) поверхностями. Такой средой может быть стекло, вода, воздух и т. д. и, следовательно, в принципе возможны стеклянные, водяные, воздушные и иные линзы. В оптических приборах и, в частности, в фотографических объективах применяются исключительно стеклянные линзы, поэтому в прикладной оптике под словом «линза» понимается стеклянная оптическая деталь, ограниченная с одной или с обеих сторон сферическими поверхностями. Именно такие линзы мы и будем иметь в виду в дальнейшем изложении.

Линзы, применяемые в фотообъективах и других фотографических приборах и системах, могут иметь самую различную форму, однако, несмотря на большое разнообразие линз, все они могут быть подразделены на две основные группы: выпуклые и вогнутые. Выпуклыми называются линзы, у которых середина толще, чем края. Такие линзы называются также положительными или собирательными. С одной из таких линз мы уже познакомились.

Основное свойство выпуклых линз, как мы видели, заключается в том, что они собирают падающие на них лучи света и дают на экране изображение расположенных перед ними предметов. Такое изображение называется действительным.

Выпуклые линзы бывают трех типов (рис. 15) и в соответствии с их формой называются: двояковыпуклыми, если обе их поверхности имеют выпуклую форму (рис. 15, *1*), плосковыпуклыми, если одна из поверхностей выпуклая, а другая плоская (рис. 15, *2*), и вогнутовыпуклыми, если одна из поверхностей вогнутая, а другая выпуклая (рис. 15, *3*). Линзы последнего типа называются также положительными менисками. Вогнутыми называются линзы, у которых края толще середины. Такие линзы называются также отрицательными или рассеивающими.

В противоположность выпуклым вогнутые линзы не обладают способностью давать действительнсе изображение предметов,

так как они не собирают, а рассеивают падающие на них лучи света. Такие линзы применяются в фотографических объективах только совместно с собирательными линзами. Рассеивающие линзы находят применение и в других оптических деталях фотоаппарата, а также применяются как добавочные, надеваемые на объектив (см. стр. 152).



Рис. 15. Типы линз:
1 — двояковыпуклая,
2 — плосковыпуклая,
3 — вогнутовыпуклая,
4 — двояковогнутая,
5 — плосковогнутая
6 — выпукловогнутая

Вогнутые линзы также бывают трех типов (рис. 15) и в соответствии с их формой называются двояковогнутыми, если обе их поверхности имеют вогнутую форму (рис. 15,*4*), плосковогнутыми, если одна из поверхностей вогнутая, а другая плоская (рис. 15,*5*) и выпукловогнутыми, если одна из поверхностей выпуклая, а другая вогнутая (рис. 15,*6*). Линзы последнего типа называются также отрицательными менисками.

Линзы фотографических объективов изготовляются из специальных оптических стекол определенного химического состава, физические свойства которых (оптические постоянные, однородность, светопоглощение, окрашенность) нормированы ГОСТом и отвечают специальным техническим условиям.

Основным сырьем для изготовления оптических стекол служит кремнезем (SiO_2). Главными добавочными компонентами служат окись бария (BaO), окись свинца (PlO), окись цинка (ZnO), окись магния (MпO) и др.

В зависимости от химического состава оптические стекла делятся на две группы: кроны и флинты. В свою очередь кроны и флинты делятся на ряд типов, а именно: кроны, баритовые кроны, тяжелые кроны, крон-флинты, флинты, баритовые флинты, легкие флинты и тяжелые флинты.

Основными показателями оптических стекол (оптическими постоянными) являются показатель преломления и дисперсия.

Каждая линза объектива помимо своей формы характеризуется сортом стекла, из которого она изготовлена, кривизной поверхностей (радиусами кривизны) и толщиной, которые в сумме определяют оптические свойства линзы.

В каждой линзе различают следующие основные оптические элементы: главную оптическую ось и оптический центр.

Главной оптической осью называется прямая, соединяющая центры шаровых поверхностей, ограничивающих линзу и называемых центрами кривизны (рис. 16).

Для плосковыпуклой и плосковогнутой линз главной оптической осью является прямая, проходящая через центр кривизны перпендикулярно к плоской поверхности линзы. Радиусы шаровых поверхностей линзы называются **радиусами кривизны**.

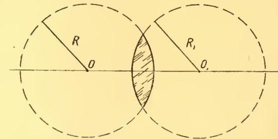


Рис. 16. Основные элементы линзы:
OO_1 — главная оптическая ось, O и O_1 — центры кривизны, R и R_1 — радиусы кривизны

Как видно из приведенного рисунка, все части линзы расположены симметрично относительно главной оптической оси, сама же линза по отношению к этой оси представляет собой тело вращения.

Из опыта с двояковыпуклой линзой можно убедиться, что изображение, даваемое собирательной линзой, располагается в плоскости, перпендикулярной к главной оптической оси линзы. При всяком отклонении экрана от этой плоскости изображение деформируется, растягивается в направлении наклона экрана и становится нерезким. Перпендикулярная к оптической оси плоскость, в которой расположено изображение, называется **фокальной плоскостью**.

Расстояние между линзой и фокальной плоскостью непостоянно и зависит от расстояния между линзой и предметом. Чем

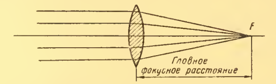


Рис. 17. Главный фокус и главное фокусное расстояние собирательной линзы

больше расстояние между линзой и предметом, тем меньше расстояние между линзой и фокальной плоскостью и наоборот. Таким образом, оба эти расстояния взаимозависимы и называются **сопряженными**.

Когда предмет находится очень далеко от линзы, например предметом является солнце, то лучи, идущие от предмета, можно почти без всякой погрешности считать параллельными. Если пучок параллельных лучей направить на линзу параллельно ее главной оптической оси, то они соберутся по другую сторону от линзы в одной точке *F*, лежащей на главной оптической оси (рис. 17). Точка эта носит название главного фокуса линзы, а расстояние между линзой и главным фокусом называется главным фокусным расстоянием[1].

В практике, т. е. при получении изображений предметов, главное фокусное расстояние является наименьшим из всех возможных сопряженных расстояний и постоянным для данной линзы, поэтому им пользуются как одной из главнейших оптических характеристик линзы и фотообъектива.

Главное фокусное расстояние линзы, обозначаемое буквой *F* (этой же буквой обозначается и главный фокус), зависит от показателя преломления стекла, из которого изготовлена линза, и от величины радиусов кривизны. Главное фокусное расстояние тем больше, чем меньше показатель преломления и чем больше радиусы кривизны, а так как у более выпуклых линз радиус кривизны меньше, то такие линзы имеют меньшее фокусное расстояние, чем менее выпуклые.

Величина главного фокусного расстояния линзы практически важна потому, что в прямой зависимости от нее находится масштаб даваемого линзой изображения, т. е. при прочих равных условиях масштаб прямо пропорционален величине главного фокусного расстояния линзы. Последнее в полной мере относится и к фотографическому объективу.

Оптическим центром называется некоторая точка на главной оптической оси, расположенная внутри линзы или вне ее и замечательная тем, что лучи света, проходящие через эту точку, линзой не преломляются, а лишь несколько смещаются. Иными словами, лучи, проходящие через оптический центр линзы, ведут себя так, как если бы они проходили сквозь плоскопараллельную стеклянную пластинку. Такие лучи называются центральными.

[1] Следует помнить, что главное фокусное расстояние линзы отмеряется от некоторой точки, находящейся внутри линзы, а иногда и вне ее (в зависимости от формы линзы) и называемой главной точкой линзы, и что в каждой линзе главных точек две. Точка, обращенная к предмету, называется передней, а к изображению — задней. Главное фокусное расстояние отмеряется от задней главной точки линзы. Поскольку, однако, расположение главных точек линзы обычно неизвестно, а нахождение их связано с довольно сложными расчетами, на практике часто пользуются расстоянием от вершины задней поверхности линзы до главного фокуса, которое называется вершинным фокусным расстоянием.

Свойство центральных лучей объясняется тем, что для них линза действительно является как бы плоскопараллельной пластинкой. Если через точку *Б* (рис. 18), в которой центральный луч падает на линзу, и через точку *В*, из которой луч выходит из линзы, провести к сферическим поверхностям линзы касательные плоскости MM_1 и NN_1, то можно увидеть, что эти плоскости будут между собой параллельны, т. е. точки *Б* и *В* лежат на параллельных плоскостях, чем и объясняется поведение центрального луча *АБВГ*. Таким же свойством обладают любые центральные лучи, проходящие через оптический центр линзы *О*. Центральный луч *ДЕ*, идущий вдоль оптической оси, не только не преломляется линзой, но и не смещается.

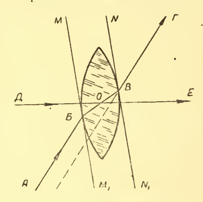


Рис. 18. Оптический центр и центральный луч

Оптический центр имеется не только в линзе, но и в любом фотографическом объективе. Именно поэтому важно знакомство с ним; поведение же центральных лучей заранее известно. Это позволяет пользоваться ими при графических построениях в оптике.

Так, например, дана линза и предмет *АБ* (рис. 19); требуется построить изображение предмета. Хотя в действительности из каждой точки предмета на линзу падает расходящийся пучок бесчисленного множества лучей, для построения изображения достаточно воспользоваться всего лишь двумя лучами — одним параллельным главной оптической оси и одним центральным, путь которых заранее известен. Луч *АВ*, как параллельный главной оптической оси по выходе из линзы пройдет, оче-

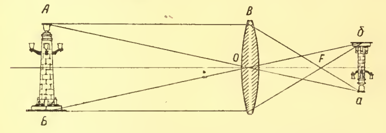


Рис. 19. Способ графического построения изображения

видно, через главный фокус F, а луч AO, проходящий через оптический центр O, не преломляется, и без большой погрешности может быть изображен в виде прямой. Пересечение этих двух лучей даст в точке a изображение точки A. Аналогично может быть найдено изображение точки $Б$ (б), что достаточно для построения изображения всего предмета. При известной величине главного фокусного расстояния построение может быть выполнено с соблюдением точного масштаба изображения.

2. Оптическая сила линзы

Оптической силой линзы называется величина оптического действия линзы, т. е. степень отклонения ею лучей света. Оптическая сила линзы измеряется величиной, обратной главному фокусному расстоянию линзы $\frac{1}{F}$, и выражается в особых единицах — диоптриях (D). За одну диоптрию принимается оптическая сила линзы, фокусное расстояние которой равно одному метру, т. е. у которой $\frac{1}{F} = \frac{1}{1} = 1$, где F выражено в метрах.

Таким образом, чтобы определить оптическую силу линзы и выразить ее в диоптриях, следует выразить фокусное расстояние линзы в метрах и подставить его значение в дробь $\frac{1}{F}$. Но так как в фотографической практике приходится иметь дело с линзами (или объективами), фокусное расстояние которых обычно меньше метра, то вместо перевода фокусного расстояния в метры, проще в числителе приведенной дроби вместо единицы взять 100. Тогда F можно выразить в сантиметрах. Таким образом, $D = \frac{100}{F}$.

Так линза с $F = 50$ см будет иметь оптическую силу, равную $\frac{100}{50} = 2$ диоптриям, линза с $F = 10$ см будет иметь оптическую силу, равную $\frac{100}{10} = 10$ диоптриям, и т. д.

Приведенное выше равенство позволяет определить и фокусное расстояние (F) линзы, если известна ее оптическая сила,

$$F = \frac{100}{D}.$$

В диоптриях выражается оптическая сила как собирательных, так и рассеивающих линз. В первом случае перед числом диоптрий ставится знак + (плюс), во втором — (минус).

3. Понятие о резком и нерезком изображении

Резкость изображения является одним из важнейших условий, определяющих качество фотографического снимка. Малейшая нерезкость мгновенно улавливается глазом и делает фотоснимок негодным. Однако, хотя наш глаз и легко отличает резкое изображение от нерезкого, обычное понятие о резкости изображения является недостаточно точным, так как не устанавливает критерия резкости. Чтобы установить этот критерий, попытаемся выяснить причины, по которым изображение, полученное с помощью линзы или фотографического объектива, может быть нерезким.

Проделывая опыт с собирательной линзой, мы видели, что резкое изображение предметов на экране получается лишь при одном определенном расстоянии между линзой и экраном, т. е. в некоторой определенной фокальной плоскости, и что изменение этого расстояния в ту или другую сторону приводит к уменьшению резкости. С другой стороны, мы установили, что изображение светящейся точки представляется нам резким в том случае, когда экран расположен в фокальной плоскости, т. е. в плоскости пересечения лучей, прошедших сквозь линзу, а так как эти лучи образуют конус, то точка резкого изображения представляет собой вершину конуса, основание которого опирается на линзу.

После пересечения лучи вновь расходятся, образуя новый конус, обращенный своей вершиной в противоположную сторону. Таким образом, точка резкого изображения находится как раз в том месте, где оба конуса соприкасаются своими вершинами.

При всяком перемещении экрана вдоль оптической оси линзы плоскость экрана отсекает вершину одного из конусов, и изображение точки принимает вид размытого кружка (рис. 20). При этом, чем больше плоскость экрана будет удаляться от точки пересечения лучей, тем больше становится диаметр размытого кружка, тем бо́льшей будет нерезкость изображения.

Таким образом, степень нерезкости изображения точки определяется не чем иным, как величиной размытого кружка, откуда кружок этот и получил название **кружка размытости** или **диска нерезкости**.

Какова же должна быть величина кружка размытости, чтобы изображение точки представлялось нам резким?

Чтобы ответить на этот вопрос, следует обратиться к разрешающей способности нашего глаза.

Разрешающей способностью глаза называется способность различать мелкие детали предметов. Опытом установлено, что с расстояния наилучшего зрения, которое для здорового глаза

равно в среднем 25—30 см, глаз способен различить десять линий в одном миллиметре, т. е. пять штрихов толщиной в 0,1 мм каждый и пять таких же по ширине просветов между ними. Таким образом, разрешающая способность глаза ограничена

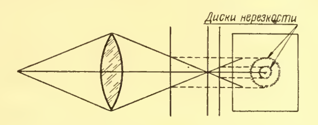


Рис. 20. Схема происхождения нерезкости изображения

величиной в 0,1 мм. Это значит, что минимальный размер предметов, форму которых глаз способен различить с расстояния наилучшего зрения, составляет 0,1 мм, всякий же предмет меньшей величины, какую бы форму он ни имел, воспринимается глазом как точка. Следовательно, для того, чтобы изображение точки представлялось нам также в виде точки, достаточно, чтобы кружок имел в диаметре не более 0,1 мм. Эта величина кружка размытости и принята в фотографии (как и вообще в оптике) в качестве критерия резкости изображения. Само собой разумеется, что при всяком уменьшении диаметра кружка размытости изображение будет казаться нам попрежнему резким, хотя изменений в степени резкости, т. е. какого-либо повышения резкости, глаз в таких пределах все равно не различает.

С другой стороны, всякое увеличение кружка размытости приводит к нерезкости, ощутимой глазом. Таким образом, величина кружка размытости в 0,1 мм является не только необходимой, но и вполне достаточной, чтобы изображение казалось нам резким.

Это требование вполне обеспечивается любым фотографическим объективом.

4. Недостатки простой линзы и способы получения высококачественного изображения

Фотографический объектив состоит из нескольких линз. В совершенных объективах число линз достигает восьми.

Возникает вопрос, почему так сложна конструкция современных объективов, если изображение может быть получено с помощью одной собирательной линзы?

Объясняется это тем, что простая линза дает изображение, которое обладает столь существенными недостатками, что совершенно непригодно для целей фотографии.

Чтобы убедиться в этом, достаточно сделать два снимка одного и того же предмета, один — простой линзой, а другой — совершенным объективом, и сравнить их между собой. Фотоснимок, сделанный совершенным объективом, будет резким по всему полю и геометрически точным, в то время как снимок, полученный с помощью простой линзы, будет более или менее резким лишь в небольшой центральной части и совершенно нерезким по краям и углам. Кроме того, прямые линии объекта на краях снимка получатся не строго прямыми, а изогнутыми.

Столь низкое качество снимка объясняется целым рядом оптических недостатков, свойственных простой линзе.

Основными из этих недостатков являются следующие: 1) сферическая аберрация; 2) хроматическая аберрация, 3) астигматизм, 4) кома, 5) дисторсия.

Хотя причины, вызывающие все эти недостатки, действуют в линзе одновременно, для ознакомления с сущностью этих недостатков, удобно рассмотреть каждый из них в отдельности.

С ф е р и ч е с к а я а б е р р а ц и я заключается в том, что лучи света, падающие на линзу из одной светящейся точки, пересекаются не в одной точке, как это мы предполагали в теоретических рассуждениях, а в нескольких точках, разно удаленных от линзы.

Чтобы понять это явление, необходимо более ясно представить себе истинную картину образования изображения точки.

Применяя методы геометрической оптики, мы для графического построения изображения светящейся точки пользовались двумя крайними лучами, ограничивающими конус расходящихся из точки лучей, падающих на линзу, и пренебрегали поведением всех других лучей. Между тем, на поверхность линзы падает бесчисленное множество лучей, и все они принимают участие в образовании изображения точки.

Исследования показали, что лучи, проходящие вблизи главной оптической оси линзы и падающие на центральную часть линзы (такие лучи называются п р и о с е в ы м и или п а р а к с и а л ь н ы м и), пересекаются дальше от линзы, чем лучи, проходящие через края линзы (к р а е в ы е л у ч и).

Картина этого явления показана на рис. 21.

Таким образом, в действительности получается, что одной светящейся точке соответствует не одно, а множество изображений, лежащих в разных фокальных плоскостях. Попытка получить резкое изображение точки при таких условиях будет бесплодной, так как, если поместить экран в плоскость пересечения

краевых лучей линзы (плоскость *К*), то эта плоскость будет пересекать конус приосевых лучей, которые образуют на экране размытый кружок *аб*. Если же поместить экран в плоскость пересечения приосевых лучей (плоскость *П*), то краевые лучи, уже пересекшиеся, расходясь, образуют на экране размытый кружок $a_1 б_1$.

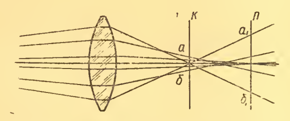


Рис. 21. Схема, поясняющая явление сферической аберрации

Ясно, что при таком условии изображение каждой точки и, следовательно, изображение всего предмета будет нерезким.

Явление сферической аберрации можно смягчить, заслонив какую-то часть краевых лучей и исключив этим их действие, что на практике и делается. Для этого перед линзой или за ней помещают светонепроницаемую заслонку в виде плоской шайбы с небольшим отверстием в центре. Такое приспособление, называемое диафрагмой, действительно уменьшает вредное влияние сферической аберрации, однако полностью устранить ее не может. Поэтому для устранения сферической аберрации применяется другой способ, заключающийся в том, что к собирательной линзе приставляют рассеивающую линзу, также обладающую сферической аберрацией, но обратного знака, которая и парализует сферическую аберрацию собирательной линзы.

Однако если обе линзы будут изготовлены из одного и того же сорта стекла, то окажется, что для устранения сферической аберрации оптическая сила рассеивающей линзы должна быть равной по своей величине оптической силе собирательной линзы и будет отличаться лишь обратным знаком. При такой комбинации полученная система потеряет оптическую силу и превратится в обыкновенное стекло с параллельными поверхностями, не обладающее собирательными свойствами. В связи с этим линзы изготовляются из разных сортов стекол: собирательная — из крона, обладающего большим коэффициентом преломления, а рассеивающая — из флинта с ме́ньшим коэффициентом преломления. При этом рассеивающая линза, дающая необходимую величину сферической аберрации, будет оптически менее сильной

и в соединении с собирательной линзой даст положительную, т. е. собирательную, оптическую систему, свободную от сферической аберрации. Обе линзы обычно склеиваются своими совпадающими поверхностями и составляют как бы одну линзу.

Описанный способ устранения сферической аберрации устраняет также и второй существенный недостаток простой линзы — хроматическую аберрацию.

Хроматическая аберрация, так же, как и сферическая, приводит к нерезкости изображения, однако действующие при этом причины несколько более сложны, и, чтобы разобраться в них, следует вернуться к рассмотрению явления дисперсии, о которой мы кратко упоминали в главе I.

Дисперсией называется явление разложения сложного света на составляющие его цветные лучи. Явление это особенно хорошо наблюдается при прохождении света через трехгранную призму. Если через такую призму пропустить узкий пучок сложного, например белого света, а по другую сторону от призмы поместить экран, то на последнем появится многоцветная полоса — спектр, в котором цвета располагаются всегда в следующем порядке: красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий и фиолетовый. Явление это схематически показано на рис. 22.

Чем больше показатель дисперсии стекла, из которого изготовлена призма, тем сильнее расходятся между собой крайние лучи спектра и тем спектр становится более растянутым. Дисперсия и является причиной хроматической аберрации линз.

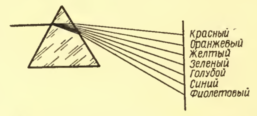


Рис. 22. Дисперсия света и возникновение спектра

Рассматривая действие собирательной линзы, мы исходили из того, что на линзу падают лучи какой-то одной длины волны (одного цвета), либо предполагали, что все лучи, входящие в состав белого света, одинаково отклоняются линзой, т. е. пренебрегали явлением дисперсии. Между тем, дисперсия свойственна не только призме, но и линзам, поскольку последние представляют собой как бы совокупность призм.

Вследствие этого, если на собирательную линзу падают лучи из светящейся точки, испускающей белый свет, то каждый луч, пройдя сквозь линзу, выйдет из нее разложенным на составляющие его цветные лучи, при этом фиолетовые лучи, наиболее сильно преломляющиеся линзой, пересекутся с оптической осью на более близком расстоянии от линзы, чем красные. Между

этими двумя точками пересечения расположатся точки пересечения всех других цветных лучей (рис. 23).

Получается явление, похожее на сферическую аберрацию с той лишь разницей, что, поместив экран в фокальную плоскость фиолетовых лучей *Ф*, мы получим на нем фиолетовую точку, окруженную размытыми цветными кружками с красной кромкой. Переместив же экран в фокальную плоскость красных лучей *К*, мы получим красную точку, также окруженную размытыми цветными кружками, но с фиолетовой кромкой.

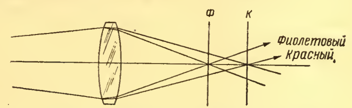


Рис. 23. Схема явления хроматической аберрации

Устранение хроматической аберрации практически достигается тем же способом, что и сферической, т. е. соединением двух линз — собирательной, изготовленной из крона, и рассеивающей — из флинта. Так как кроны имеют сравнительно небольшой показатель преломления и небольшую дисперсию, а флинты — несколько бóльший показатель преломления и значительно бóльшую дисперсию, то соответствующим подбором собирательной и рассеивающей линз по их оптическим показателям можно получить собирательную систему, свободную от хроматической аберрации. Такая составная линза, называемая **ахроматической**, и приведена на рис. 24. Еще более сложным является третий недостаток простой линзы — **астигматизм**.



Рис. 24. Ахроматическая линза

До сих пор мы рассматривали явления, происходящие в тех случаях, когда светящаяся точка расположена на главной оптической оси. Между тем, на практике такая точка лишь одна, в то время как все бесчисленное множество точек предмета, изображение которого желают получить с помощью линзы, расположено в стороне от главной оптической оси. Лучи света, посылаемые этими точками на линзу, идут под углом к главной оптической оси, и это обстоятельство отрицательно влияет на качество изображения.

Так как пучок лучей, испускаемых светящейся точкой *А* (рис. 25), идет под углом к главной оптической оси, то конус лучей, падающих на линзу, будет несимметричен по отношению

к главной оптической оси линзы и поверхности линзы. Если выделить из пучка только лучи, лежащие в горизонтальной и вертикальной плоскостях, то можно обнаружить, что лучи, лежащие в вертикальной плоскости и называемые меридиональными, встречаются с участком поверхности линзы, обладающим бо́льшим радиусом кривизны, чем участок поверхности линзы, с которым встречаются лучи, лежащие в горизонтальной плоскости и называемые сагиттальными. Поэтому меридиональные лучи пересекаются дальше от линзы, чем сагиттальные.

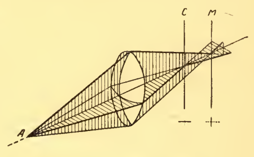


Рис. 25. Схема явления астигматизма

Возникают две точки пересечения лучей, идущих из одной светящейся точки, в результате чего ни в одной из этих точек пересечения не удается получить изображения точки. Поместив экран в фокальную плоскость меридиональных лучей *M*, мы одновременно с изображением точки получим на экране размытую горизонтальную линию, проходящую через эту точку. Поместив же экран в фокальную плоскость сагиттальных лучей *C*, мы одновременно с изображением точки получим на экране размытую вертикальную линию, проходящую через эту точку. Всякое промежуточное положение экрана приведет к возникновению двух накрест лежащих размытых линий.

Таким образом, получение изображения точки становится невозможным, откуда явление это и получило название астигматизма, что значит бесточие.

Задача устранения астигматизма сводится к возможному наибольшему сокращению расстояния между точками пересечения меридиональных и сагиттальных лучей, т. е. к возможному выпрямлению плоскости резкого изображения, которая при наличии астигматизма имеет форму не плоскости, а сферы, обращенной к линзе своей вогнутой поверхностью.

Устранение астигматизма составляет весьма сложную задачу вычислительной оптики и достигается сочетанием нескольких линз и подбором соответствующих сортов оптического стекла.

Объективы, свободные от астигматизма, называются анастигматами. Следует сказать, что полное устранение астигматизма приводит к значительному усложнению и удорожанию объектива. Однако достаточно и частичное его устранение, при котором разрешающая способность объектива на краях поля изображения оказывается вполне пригодной для практических

целей. В зависимости от требований, предъявляемых к объективу, допустимая величина астигматизма может быть достигнута сочетанием трех линз.

Следующий, четвертый, недостаток простой линзы, так называемая **кома** (в переводе комета), является частным случаем сферической аберрации для широких пучков лучей, наклонных к главной оптической оси линзы. Если сферическая аберрация для лучей, падающих на линзу параллельно оптической оси, выражается в нерезком изображении точки, то кома, кроме того, приводит к деформации точки, которая приобретает вид кометы с размытыми краями. Явление комы сказывается тем сильнее, чем больше наклон падающих на линзу лучей.

Явление комы, схематически показанное на рис. 26, объясняется сферической аберрацией наклонных лучей, при которой кружки размытости (диски нерезкости) краевых и приосевых лучей несколько смещаются по отношению друг к другу и центры их не совпадают.

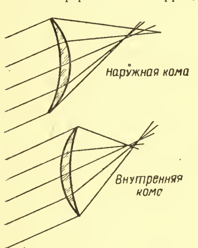


Рис. 26. Схема явления комы

В зависимости от формы линзы и ее положения относительно падающих лучей смещение дисков происходит в ту или другую сторону от оптической оси. Если, например, на пути лучей поместить положительный мениск, обращенный к падающим лучам своей вогнутой стороной, то вследствие более сильного отклонения нижних лучей более широкая часть комы будет обращена к оптической оси. Такая кома называется наружной. Если же обратить мениск выпуклой стороной к падающим лучам, то верхние лучи отклоняются сильнее, и кома будет направлена своей широкой частью в сторону от оптической оси. Такая кома называется **внутренней**.

Частичное устранение комы, как и частичное устранение сферической аберрации, может быть достигнуто применением диафрагмы. Полное устранение комы достигается таким сочетанием двух линз, при котором внутренняя кома одной линзы нейтрализуется равной ей по величине наружной комой другой линзы. Такой результат может быть получен, например, соединением двух положительных менисков, направленных своими выпуклыми поверхностями в противоположные стороны.

Наконец, последний, пятый, недостаток простой линзы — д и с т о р с и я (от латинского distortio — искривление) заключается в искривлении линзой прямых линий, расположенных по краям изображения. Вследствие дисторсии прямоугольная сетка получается на экране бочкообразной, или, наоборот, подушкообразной (рис. 27).

Возникновение дисторсии связано с несколькими недостатками линзы, действующими совместно, а направление искривлений линий зависит от положения диафрагмы, — если диафрагма по ходу лучей расположена перед линзой, прямые линии изгибаются к краям изображения, и дисторсия получается бочкообразной; если же поместить диафрагму за линзой, то линии будут изогнуты к центру изображения, и дисторсия получится подушкообразной. Устранение дисторсии достигается расположением диафрагмы между двумя линзами.

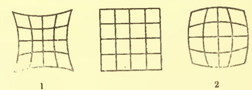


Рис. 27. Явления дисторсии:
1 — подушкообразная дисторсия, 2 — бочкообразная

Таковы главнейшие недостатки простой линзы.

Возникая по различным причинам, все они действуют в линзе одновременно и, как видно из описания, приводят, во-первых, к общей недостаточной резкости по всему полю изображения, причем по мере удаления от центра поля к краям нерезкость возрастает и, во-вторых, к искажению изображения.

Поскольку единственным средством устранения недостатков простой линзы является сочетание линз, конструкция фотографического объектива усложнилась.

Сложность конструкции современных объективов объясняется не только этим. На протяжении всей истории создания совершенного фотографического объектива одной из важнейших задач прикладной оптики являлось увеличение светопропускной способности объектива, что неизбежно было связано с необходимостью увеличения диаметра его линз, а это влекло за собой усиление ее недостатков. Все это в значительной степени затрудняло задачу конструирования объектива и также приводило к необходимости увеличения в нем количества линз.

5. Основные характеристики фотографического объектива

Главнейшими данными, характеризующими всякий фотографический объектив, являются: г л а в н о е ф о к у с н о е р а с с т о я н и е, с в е т о с и л а, у г о л и з о б р а ж е н и я и р а з р е ш а ю щ а я с п о с о б н о с т ь. Наиболее важные из этих данных—

светосила и главное фокусное расстояние, как правило, наносятся на оправу объектива (обычно на наружное кольцо передней линзы объектива), а также заносятся в технический паспорт объектива или фотоаппарата. Остальные две характеристики указываются только в паспорте (угол изображения иногда в паспорте не указывают).

Поскольку любой фотографический объектив является собирательной оптической системой, он, как и простая собирательная линза, имеет главный фокус и главное фокусное расстояние, обычно называемое просто фокусным расстоянием.

Фокусное расстояние принято обозначать буквой F и выражать в сантиметрах или миллиметрах.

Точное измерение фокусного расстояния производится с помощью специальных приборов и отсчитывается от задней главной точки. Практически фокусное расстояние измеряют от плоскости диафрагмы, учитывая при этом, что такое измерение будет приобъектива.

Каково же практическое значение фокусного расстояния? Прежде всего от величины фокусного расстояния зависит масштаб даваемого объективом изображения. Чем больше фокусные расстояние объектива, тем больше масштаб изображения, при этом, как мы уже указывали, масштаб изображения прямо пропорционален величине фокусного расстояния объектива.

Под светосилой объектива понимают его способность давать на фотопластинке изображение бо́льшей или ме́ньшей освещенности. Светосила является одним из главнейших факторов, определяющих качество объектива, так как от нее зависит продолжительность выдержки при фотосъемке. Чем выше светосила объектива, тем короче может быть выдержка. Кроме того, объектив с большой светосилой дает возможность фотографировать при менее благоприятных световых условиях.

Светосила объектива зависит прежде всего от величины действующего отверстия объектива, т. е. отверстия, определяющего диаметр пучка лучей света, проходящего через объектив и освещающего поверхность фотопластинки или пленки. Чем больше площадь этого отверстия, тем, естественно, бо́льшее количество лучей оно пропускает и тем больше светосила объектива.

Так как действующее отверстие объектива имеет форму круга, а площади кругов относятся, как квадраты их диаметров, то светосила объектива прямо пропорциональна квадрату диаметра его действующего отверстия.

Однако величина действующего отверстия сама по себе еще не дает численного выражения светосилы объектива. Степень освещенности фотопластинки зависит также и от фокусного расстояния объектива. Согласно основному закону освещенности, последняя обратно пропорциональна квадрату расстояния от ис-

точника света до освещаемой поверхности (имеется в виду поверхность, перпендикулярная к направлению света).

Фотографический объектив в светонепроницаемой камере по отношению к фотопластинке (или пленке) является не чем иным, как источником света, и, следовательно, освещенность пластинки (или пленки) обратно пропорциональна фокусному расстоянию объектива.

Таким образом, зависимость светосилы от величины действующего отверстия объектива и фокусного расстояния можно выразить формулой:

$$L = \frac{d^2}{F^2} = \left(\frac{d}{F}\right)^2$$

где: L — светосила объектива;
d — диаметр действующего отверстия;
F — фокусное расстояние.

Итак, светосила объектива прямо пропорциональна квадрату диаметра его действующего отверстия и обратно пропорциональна квадрату его фокусного расстояния.

Отношением $\left(\frac{d}{F}\right)^2$ и следует пользоваться при сравнении светосилы двух объективов. Однако для характеристики светосилы объектива можно пользоваться отношением диаметра действующего отверстия объектива к его фокусному расстоянию $\frac{d}{F}$, не возводя его в квадрат. Это отношение, называемое о т н о с и т е л ь н ы м о т в е р с т и е м объектива, обычно используется для характеристики светосилы. Но так как фокусное расстояние объектива больше диаметра его действующего отверстия, то, чтобы не делить ме́ньшую величину на бо́льшую, относительное отверстие обычно обозначают в виде дроби $\frac{1}{F:d}$ в числителе которой единица, а в знаменателе число, показывающее, во сколько раз фокусное расстояние объектива больше диаметра его действующего отверстия.

Так, например, если $F = 13{,}5$ см, а $d = 3$ см, то относительное отверстие будет равно:

$$\frac{1}{F:d} = \frac{1}{13{,}5:3} = \frac{1}{4{,}5} = 1:4{,}5.$$

В таком виде относительное отверстие и обозначается на объективах, при этом, чтобы словесно выразить относительное отверстие объектива, обычно называют только знаменатель дроби, например, говорят: «Относительное отверстие объектива четыре и пять десятых» или проще — «четыре и пять».

Следует указать на ошибку, часто допускаемую в разговорной речи, когда вместо «относительное отверстие» говорят «светосила», называя при этом число относительного отверстия. От-

носительное отверстие характеризует светосилу, но численно его не выражает, и для сравнения истинных светосил двух объективов следует сначала возвести в квадрат их относительные отверстия, а затем разделить бо́льшее число на ме́ньшее. Так, например, если относительное отверстие одного объектива 1:2, а другого 1:3,5, то

$$\frac{\left(\frac{1}{2}\right)^2}{\left(\frac{1}{3,5}\right)^2}=\frac{\frac{1}{4}}{\frac{1}{12,25}}=\frac{12,25}{4}\cong 3,$$

т. е. первый объектив имеет светосилу приблизительно в три раза бо́льшую, чем второй.

Следующая характеристика объектива — угол изображения — характеризует угол предметного пространства[1], охватываемый объективом.

Площадь, на которой объектив может дать изображение, ограничена. Если взять фотоаппарат большого формата и, укрепив в нем объектив, предназначенный для малоформатного фотоаппарата, сделать фотографический снимок, то на снимке получится изображение в виде круга с размытыми, сходящимися, на нет границами, за пределами, которого будет неосвещенное поле (рис. 28). Этот световой круг носит название поля зрения объектива.

Изображение, полученное в пределах поля зрения, будет в различных местах неодинаково резким. В пределах некоторого центрального круга резкость будет больше, чем на краях.

Практическую ценность для фотографии представляет не все поле зрения, а лишь та его часть, в пределах которой изображение резко. Эта часть, ограниченная на рис. 28 малым кругом, носит название полезного поля изображения или просто поля изображения. Чем выше качество объектива, тем больше поле изображения по сравнению с полем зрения.

Размеры поля изображения обычно связаны с фокусным расстоянием объектива: чем больше фокусное расстояние, тем больше и поле изображения, однако прямой зависимости здесь нет, и практически могут быть изготовлены объективы с одинаковыми фокусными расстояниями, но с разными по размерам полями изображения. Понятно, что чем больше поле изображения, тем больше может быть формат пластинки или пленки, которые объектив может «покрыть» резким изображением. Пластинки и пленки имеют форму прямоугольника или квадрата, а не круга, поэтому на практике используется не все поле изображения, а некоторая его часть, ограниченная прямоугольником или квад-

[1] Предметным пространством в оптике называется пространство, которое по ходу лучей расположено перед оптической системой, в отличие от так называемого пространства изображений, расположенного по ходу лучей за оптической системой.

ратом. Это может быть любой прямоугольник и любой квадрат, вписанные в круг поля изображения, что позволяет применять один и тот же объектив для аппаратов различных форматов.



Рис. 28. Поле зрения и поле изображения объектива

Из описания следует, что размеры поля изображения ограничивают размеры максимального формата фотопластинки, для которого может быть пригоден данный объектив. Для получения резкого изображения на всей поверхности фотопластинки необходимо, чтобы диаметр поля изображения был не менее диагонали фотопластинки.

Желательно, а в некоторых случаях и обязательно, чтобы диаметр поля изображения был несколько больше диагонали фотопластинки, т. е. чтобы за пределами фотопластинки был еще некоторый запас поля резкого изображения. Это необходимо в тех случаях, когда фотоаппарат имеет приспособление для смещения объектива с его центрального положения, т. е. передвижения его относительно центра фотопластинки вверх, вниз и в стороны.

Практическое использование такого приспособления возможно только при соблюдении указанного условия. В противном случае при перемещении объектива часть пластинки или пленки выйдет за пределы поля изображения, и часть снимка окажется нерезкой.

Искусственное уменьшение формата фотопластинки или пленки относительно размеров поля изображения необходимо и в аппаратах с неподвижно укрепленными объективами, так как резкость изображения на углах снимка в этом случае будет бо́льшей. Поэтому в большинстве фотоаппаратов используется не все возможное поле изображения, а несколько уменьшенная его часть. Случаи, когда изображение на краях фотоснимков получается недостаточно резким, свидетельствуют о том, что в фотоаппарате не соблюдено это правило и наряду с полем резкого изображения использована также часть поля нерезкого изображения.

Углом изображения объектива обычно называется угол, заключенный между прямыми, соединяющими оптический центр объектива с концами диаметра поля изображения при установке объектива на главном фокусном расстоянии от центра поля изображения [1].

Таким образом, угол изображения устанавливает связь между главным фокусным расстоянием объектива и размерами поля изображения и поэтому может служить более полной характеристикой объектива, чем одна величина поля изображения.

От величины угла изображения зависит то максимальное пространство, которое объектив может охватить при фотографировании. Чем больше угол изображения, тем большее пространство объектив охватывает.

Как уже было сказано, на практике используется обычно не все поле изображения, а несколько меньшее, поэтому когда, характеризуя объектив, говорят об его угле изображения, то имеют в виду не диаметр поля изображения, а диагональ того кадра, для которого объектив рассчитан (расчетного кадра). В дальнейшем, говоря об угле изображения объектива, мы будем иметь в виду угол, заключенный между прямыми, соединяющими оптический центр объектива с концами диагонали расчетного кадра.

На рис. 29 показан этот угол. Нетрудно видеть, что величина его зависит от диагонали формата расчетного кадра и фокусного расстояния объектива. Чем больше диагональ кадра и меньше

[1] Следует помнить, что угол изображения определяется прямыми, соединяющими концы диаметра поля изображения с задней главной точкой объектива, однако для практических измерений допустимо пользоваться оптическим центром объектива.

фокусное расстояние объектива, тем угол изображения больше. Используя объектив для получения снимка формата ме́ньшего, чем тот, на который объектив рассчитан, мы искусственно уменьшаем угол изображения объектива.

Поскольку объективы могут быть изготовлены и изготовляются с различными углами изображения, возникает вопрос, какие из них наиболее пригодны для практики.

На первый взгляд может показаться, что чем больше угол изображения объектива, тем объектив лучше или выгоднее, так как он охватывает бо́льшее пространство. На самом же деле это не так.

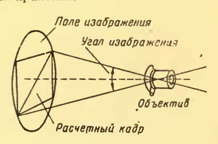


Рис. 29. Угол изображения объектива

Чтобы правильно решить вопрос об угле изображения объектива, следует рассмотреть его в связи с передачей перспективы.

П е р с п е к т и в о й называется изображение предметов на плоскости так, как они представляются нам в пространстве. Известно, что предметы по мере их удаления от зрителя кажутся все более и более уменьшающимися. По этой же причине параллельные линии, уходящие вдаль от зрителя, кажутся сходящимися.

Перспективным изображением является такое, в котором масштаб изображения предметов уменьшается в зависимости от их удаленности. Именно так изображаются предметы на фотографическом снимке. Глядя на фотографический снимок, зритель может судить о расположении предметов в пространстве, поэтому фотографическое изображение есть изображение перспективное.

Однако в ряде случаев это суждение не совпадает с действительностью. Помещенные здесь три снимка одного и того же сюжета (рис. 30) сделаны объективами с разными углами изображения. Снимки производят на зрителя совершенно различное впечатление, хотя все они сделаны с одной и той же точки. На первом из них предметы кажутся значительно более удаленными от зрителя, чем на втором; на втором — более удаленными, чем на третьем, что создает впечатление различной перспективы. Между тем нетрудно доказать, что перспектива на всех трех снимках геометрически совершенно одинакова. Достаточно сравнить между собой кадры, ограниченные рамками на первых двух снимках, с третьим снимком, чтобы в этом убедиться. Если из первых двух снимков вырезать кадры, ограниченные рамками, то полученные три снимка будут отличаться один от

другого только своими форматами, но будут производить на нас совершенно одинаковое перспективное впечатление. Если же путем увеличения довести размеры вырезанных двух кадров до размеров третьего снимка, то все три снимка вообще ничем не будут отличаться один от другого.





Рис. 30. Снимки, сделанные с одной и той
1 — широкоугольным, — *2* нормаль-

Различное перспективное впечатление объясняется тем, что углы изображения некоторых объективов не совпадают с углом изображения нашего глаза.

Угол изображения оптической системы нашего глаза очень мал и не превышает 6—8° (имеется в виду угол резкого изображения), но благодаря подвижности глаза угол изображения достигает 50—60°.

При съемке объективом с углом изображения, значительно превышающим 60°, мы получаем на краях снимка изображение таких предметов, которые находятся за пределами угла охвата нашего глаза, и в натуре глазом либо видны нерезко, либо совсем не видны, так как расположены почти сбоку от наблюдателя. Поскольку изображение этих предметов имеется на снимке, у нас возникает преувеличенное представление о перспективе: предметы кажутся более удаленными, чем в натуре. По тем же причинам снимки, сделанные объективами, угол изображения которых значительно меньше 45—60°, производят обратное в смысле перспективы впечатление. Рассматривая снимок, мы исходим из положения, что на снимке изображены те предметы, какие мы могли бы наблюдать, находясь на месте съемки, поэтому предметы эти на снимке представляются нам значительно более приближенными, чем в натуре.

Следовательно, чтобы фотографический снимок производил на нас такое же впечатление, как и сама натура, необходимо на



...е точки съемки различными объективами:
...ым, 3 — телеобъективом

снимке изобразить тот же участок пространства, какой охватывает наш глаз (с учетом подвижности глаза). Этому требованию отвечают объективы с углом изображения 45—60°. Такие объективы получили название нормальных, и именно они устанавливаются на фотоаппаратах в качестве основных. Для фотоаппаратов различных форматов нормальными будут и различные по своим фокусным расстояниям объективы.

Так, для формата 24×36 мм нормальными являются объективы с фокусным расстоянием 50 мм; для формата 6×6 см — объективы с фокусным расстоянием 7,5—8 см; для форматов 6×9 и 6,5×9 см — объективы с фокусным расстоянием — 10,5—11 см и т. д.

Вообще же нормальными можно считать объективы с фокусным расстоянием, примерно равным диагонали кадра.

Объективы, угол изображения которых превышает 60°, получили название широкоугольных; объективы с углом изображения ме́ньшим, чем у нормальных, называются длиннофокусными.

В фотографической практике применяются объективы с различными углами изображения. В одних случаях удобнее применять широкоугольные объективы, в других — длиннофокусные. В отличие от нормальных объективов, которые называют также универсальными, широкоугольные и длиннофокусные объективы являются объективами специального назначения и применяются как дополнительные, сменные объективы.

Нам остается ознакомиться с последней характеристикой объектива — с разрешающей способностью.

Под разрешающей способностью объектива понимают способность объектива раздельно передавать мельчайшие детали фотографируемого объекта.

Разрешающая способность определяется числом линий (штрихов) и таких же по ширине промежутков между ними, раздельно изображаемых объективом в одном миллиметре поля изображения.

Для определения разрешающей способности объективы испытываются путем фотографирования так называемой миры — вычерченной в сравнительно большом размере таблицы из штрихов.

Фотография миры, полученная с сильным уменьшением, называется резольвограммой, которая просматривается через сильную лупу или микроскоп.

Разрешающая способность объектива прежде всего зависит от степени коррекции объектива, т. е. от того, насколько в объективе устранены его оптические недостатки. Кроме того, она зависит от точности изготовления и сборки деталей объектива и, наконец, от качества шлифовки поверхностей линз.

Разрешающая способность хорошо коррегированных объективов достигает 250—300 лин/мм, практически же она оказывается значительно ме́ньшей, поскольку в определении ее участвует фотографический слой, разрешающая способность которого, будучи более низкой, чем разрешающая способность объектива, ограничивает последнюю.

В различных частях поля изображения разрешающая способность объектива неодинакова. Как правило, в центре поля она всегда выше, чем по краям.

В реальных условиях объективы с высокой степенью коррекции дают при наибольшем отверстии диафрагмы до 40—45 лин/мм в центре поля и до 20—25 лин/мм по краям поля, однако практически вполне приемлемы и объективы с ме́ньшей разрешающей способностью. Допустимый предел разрешающей способности объектива обусловливается разрешающей способностью глаза (10 лин/мм). Вполне понятно, что объектив, не обладающий такой разрешающей способностью, был бы негодным. Чаще всего к разрешающей способности объектива (и светочувствительных материалов) предъявляют более высокие требования, особенно в тех случаях, когда негативное изображение впоследствии должно быть увеличено.

6. Конструктивные элементы фотографического объектива

Основными конструктивными элементами всякого фотографического объектива являются линзы, оправа и диафрагма.

Оправа объектива обеспечивает заданное расчетом взаимное расположение линз в объективе, предохраняет линзы от смещения и защищает их от механических повреждений.

Оправа представляет собой цилиндрическую трубку (тубус) определенного профиля с закраинами для укрепления линз или чаще всего для ввинчивания компонентов объектива, называемых блоками, состоящими из одной, двух или бо́льшего числа линз. Обычно объективы состоят из двух компонентов, ввинчиваемых в оправу с двух ее противоположных сторон. Компонент, ввинчиваемый спереди, называется передним, а сзади — задним.

Задняя сторона оправы снабжается фланцем и винтовой резьбой или штыковым замком для укрепления объектива на аппарате.

В зависимости от конструктивных особенностей фотоаппарата оправы объективов бывают разных типов.

Все оправы по их конструктивным признакам могут быть разделены на простые и сложные. К числу первых относятся оправы жесткие, неподвижные. Такие оправы применяются в фотоаппаратах, снабженных складывающимся мехом, позволяющим изменять расстояние между объективом и фотопластинкой

(или пленкой). Объективы в простых оправах предназначены для штативных фотоаппаратов, применяемых в портретных фотоателье, в репродукционных мастерских и т. п.

Среди простых оправ различают так называемые **нормальные** и **углубленные** оправы (рис. 31). У нормальных оправ фланец объектива с резьбой расположен у заднего конца



Рис. 31. Различные типы оправ:
1 — нормальная, *2* — углубленная, *3* — винтовая, *4* — червячная

объектива, и последний выдается всем своим тубусом вперед. В углубленных оправах фланец с резьбой расположен в середине тубуса или ближе к переднему концу объектива, и последний значительной своей частью углублен в фотоаппарат.

Сложными называются оправы, снабженные фокусирующим устройством, позволяющим перемещать объектив вдоль его оптической оси и производить наводку на резкость, а в некоторых случаях осуществлять механическое соединение объектива с дальномером фотоаппарата. Сложные оправы бывают двух типов — **винтовые** и **червячные**. В первых из них объектив при перемещении вдоль оптической оси совершает одновременно вращательное движение вокруг этой оси, во-вторых, — объектив перемещается только вдоль оси (рис. 31).

В некоторых сложных оправах сменных объективов предусмотрено устройство, компенсирующее разницу в шаге движения объектива и рычага дальномера аппарата, что позволяет пользо-

ваться одним и тем же дальномером аппарата для различных объективов. За последние годы широкое применение получили оправы, в которых винтовая резьба фланца заменена штыковым замком, что позволяет быстрее снимать и укреплять объективы.

Особый вид имеет оправа с центральным затвором, устанавливаемая на многих современных любительских аппаратах (подробнее о затворах см. стр. 72).

Третий конструктивный элемент каждого объектива — диафрагма. Диафрагма представляет собой заслонку, установленную внутри объектива между его компонентами, которая ограничивает действующее отверстие объектива.



Рис. 32. Ирисовая диафрагма

Почти во всех современных объективах применяется так называемая ирисовая диафрагма (рис. 32), состоящая из нескольких тонких, обычно металлических, пластинок дугообразной формы, расположенных по кругу и частично налегающих одна на другую. При помощи специального устройства, состоящего из двух плоских колец, металлические пластинки поворачиваются к центру, и отверстие диафрагмы плавно уменьшается, оставаясь все время в центре объектива. Такое устройство позволяет плавно и на любую величину изменять диаметр действующего отверстия объектива.

При уменьшении действующего отверстия объектива уменьшается и количество света, проходящего сквозь объектив. Это приводит к уменьшению освещенности пластинки (пленки) во время съемки и тем самым вызывает увеличение выдержки.

Основное назначение диафрагмы заключается в возможности увеличивать с ее помощью глубину резкости объектива.

Глубиной резкости называется способность объектива давать в одной фокальной плоскости резкое изображение различно удаленных от него предметов.

Описывая явления, связанные с возникновением оптического изображения, мы во всех случаях имели в виду резкое изображение и установили, что при этом условии каждому расстоянию от линзы до предмета соответствует строго определенное сопряженное фокусное расстояние, т. е. расстояние от линзы до плоскости изображения.

Этому закону подчиняется и фотографический объектив. Каждому расстоянию от объектива до фотографируемого предмета соответствует строго определенное расстояние от объектива до плоскости фотопластинки или пленки (при резком изображении).

Из сказанного вытекает, что получить на фотоснимке резкое изображение какого-либо предмета возможно лишь в том случае, если все точки этого предмета находятся в одной плоскости (перпендикулярной оптической оси объектива и параллельной плоскости фотопластинки или пленки), т. е. когда сам предмет представляет собой плоскость. Однако это верно только теоретически.

Если бы на практике дело обстояло действительно так, то возможности фотографии были бы ограничены съемкой только плоских предметов, между тем, как известно, на фотографическом снимке можно получить резкое изображение не только плоских, но и объемных предметов и предметов, различно удаленных от фотоаппарата.

Чем же это объясняется?

Как мы уже знаем, фотографическое изображение представляется нам резким тогда, когда диаметр каждой его точки (т. е. диска нерезкости) не превышает 0,1 мм. Однако объектив и светочувствительный фотографический слой способны давать еще более резкое изображение, отдельные точки (диски нерезкости) которого имеют значительно ме́ньший диаметр. Даже обычные пластинки и пленки способны давать изображение точек диаметром в $^1/_{40}-^1/_{50}$ мм, а мелкозернистые — даже и в $^1/_{70}$ мм. Эта способность называется разрешающей способностью эмульсии. Объективы обладают еще бо́льшей разрешающей способностью.

Если рассматривать фотографическое изображение с точки зрения идеальной резкости, при которой диаметр дисков нерезкости бесконечно мал, то ни на одном фотоснимке мы такой резкости не обнаружим, однако места изображения, переданные с резкостью до сотых долей миллиметра, мы найдем в изобилии на любом снимке. Наряду с такими местами какая-то часть предметов, изображенных на снимке, будет передана с резкостью бо́льшей, чем 0,1 мм, некоторая часть будет иметь резкость 0,1 мм и, наконец, на многих фотоснимках можно обнаружить предметы, переданные со степенью резкости, ме́ньшей, чем 0,1 мм. Эти места снимка будут казаться нерезкими, в то время как все прочие места будут казаться резкими в одинаковой степени, так как глаз не различает степени резкости за пределами своей разрешающей способности. Между тем, на любом фотографическом снимке фактически имеются различные степени резкости.

Поясним это графически. Допустим, фотографируются три точки *A*, *B*, и *C*, расположенные в плоскостях *I*, *II* и *III* (рис. 33), разно удаленных от объектива *O*. Допустим далее, что поверхность пластинки находится в плоскости PP_1, расположенной от объектива на расстоянии, сопряженном для плоскости *II*. Как видно из рисунка, точка *B* изобразится в этом случае

в виде точки B_1, диаметр которой теоретически будет бесконечно мал, а практически при хорошем объективе и хорошей наводке на резкость не превысит 0,01 мм.

Точки A и C дадут в то же время на пластинке изображение в виде кружков (дисков нерезкости) aa_1 и cc_1. Теоретически

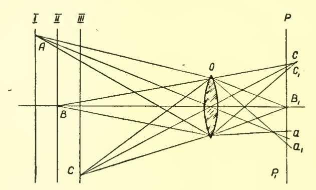


Рис. 33. Схема глубины резкости объектива

изображения точек A и C получатся нерезкими, практически же, если диаметры кружков aa_1 и cc_1 не превысят 0,1 мм, они будут казаться нам в виде резких точек, и тогда на одной плоскости PP_1 мы будем иметь вполне резкое изображение трех точек, расположенных на различных расстояниях от объектива.

Насколько часты и обычны такие случаи, можно судить по любому фотографическому снимку.

Однако глубина резкости объектива ограничена и не всегда может обеспечить возможность получения резкого изображения всех планов фотографируемого объекта. Именно в таких случаях применяется диафрагма.

Среди прочих причин, влияющих на глубину резкости объектива, основной является величина действующего отверстия объектива. Чем меньше действующее отверстие объектива, тем глубина резкости больше [1].

---

[1] Кроме величины действующего отверстия объектива, на глубину резкости объектива оказывает влияние фокусное расстояние объектива и заданная степень резкости.

Глубина резкости тем больше, чем меньше фокусное расстояние объектива и чем ниже заданная спепень резкости.

Следует сказать, что на глубину резко изображаемого объективом пространства, часто называемую также глубиной резкости, оказывает влияние расстояние до плана наводки. При прочих равных условиях глубина резко изображаемого пространства, т. е. расстояние между передней и задней границами резкости, тем больше, чем дальше от аппарата расположен план наводки.

Действие диафрагмы основано на том, что, уменьшая диаметр действующего отверстия объектива, а с ним и диаметр проходящего через объектив пучка лучей, диафрагма уменьшает угол, под которым эти лучи, пройдя сквозь объектив, сходятся (рис. 34). Вследствие этого диски нерезкости уменьшаются. По-

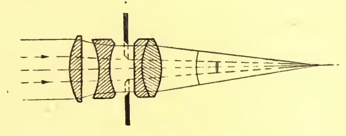


Рис. 34. Схема действия диафрагмы

добным образом диафрагма уменьшает и те диски нерезкости, которые превышают по своим размерам допустимые пределы (0,1 мм), и доводит их до этих пределов.

Но такими дисками, как мы знаем, являются изображения тех точек, которые находятся ближе или дальше глубины резко изображаемого пространства и создают на снимке нерезкое изображение предмета.

Уменьшая действующее отверстие объектива, диафрагма позволяет раздвинуть эти границы, т. е. увеличить глубину резкости. В этом основной смысл и назначение диафрагмы. Диафрагма действует таким образом в отношении всех дисков нерезкости, т. е. и тех, которые по своим размерам не превышают допустимого предела (0,1 мм). Поэтому уменьшение отверстия диафрагмы, или, как принято говорить, диафрагмирование объектива, оказывает весьма положительное влияние и на общую резкость фотографического изображения. Наконец диафрагма исправляет и те неточности, которые могут быть допущены при наводке на резкость.

Так как изменение величины действующего отверстия объектива влечет за собой изменение его светосилы, а с нею и изменение в выдержке, возникает необходимость точного учета величины относительного отверстия объектива при том или ином отверстии диафрагмы. С этой целью диафрагма снабжается шкалой, градуированной в делениях, показывающих величину относительного отверстия объектива при данной величине отверстия диафрагмы. Шкала эта наносится на оправу объектива.

В основу расчета шкалы диафрагмы положен переходной коэффициент $\sqrt{2} = 1{,}41$, что позволяет построить шкалу так,

чтобы с переходом от одного деления шкалы к другому, рядом стоящему, светосила, а с нею и выдержка, изменялись в два раза.

Нормальный стандартный ряд таких делений имеет следующий вид: 1:1; 1:1,4; 1:2; 1:2,8; 1:4; 1:5,6; 1:8; 1:11; 1:16; 1:22; 1:32 и т. д. Для упрощения на самую шкалу наносятся только знаменатели этих дробей.

Если значение максимального относительного отверстия объектива не входит в приведенный стандартный ряд и равно, например, 1:4,5 то построение шкалы производится при помощи того же переходного коэффициента $\sqrt{2}$ и за начало отсчета принимается максимальное относительное отверстие. Шкала принимает следующий вид: 1:4,5; 1:6,3; 1:9; 1:12,7; 1:18; 1:25,4 и т. д. Число 1:12,7 обычно округляется до 1:12,5 а число 1:25,4— до 1:25.

Однако часто встречаются объективы с максимальным относительным отверстием — 1:3,5. Если воспользоваться тем же переходным коэффициентом, то получится следующий ряд: 1:3,5; 1:5; 1:7; 1:10; 1:14; и т. д., который, хотя и является нормальным, тем не менее неудобен для применения, так как расходится со стандартным рядом. Чтобы устранить это неудобство, шкала диафрагмы на таких объективах строится с некоторым нарушением нормального ряда между первым и вторым делениями с тем, чтобы второе и последующие деления были приведены к стандартному ряду. В таких случаях шкала диафрагмы приобретает один из следующих видов: 3,5; 4; 5,6; 8; 11; 16 и т. д. или 3,5; 4,5; 6,3; 9; 12,5 и т. д.

Кроме шкалы диафрагмы, сложные оправы объективов снабжаются шкалой расстояний. В основном эта шкала предназначена для фокусирования объектива без визуальной или иной наводки на резкость. В аппаратах, не имеющих матового стекла или дальномера, она является единственным приспособлением, позволяющим осуществлять фокусирование объектива.

Шкала состоит из делений и цифр, показывающих расстояние от объектива до плоскости наводки в метрах. Одно из крайних делений шкалы обозначено знаком бесконечности (∞). При установке на это деление расстояние между объективом и поверхностью фотопластинки (или пленки) равно главному фокусному расстоянию объектива, и последний сфокусирован на предметы, расположенные от него на большом расстоянии, называемом гиперфокальным или «бесконечным». В отличие от понятия математической бесконечности фотографическая «бесконечность» имеет определенную величину и поэтому пишется в кавычках. Фотографическая «бесконечность» определяет собой положение передней границы резко изображаемого объективом пространства при установке объектива на деление ∞.

Практически для получения изображения со степенью резкости, равной 0,1 мм, при установке объектива на деление ∞, фотографическая «бесконечность» равна стократному произведению главного фокусного расстояния объектива на диаметр его действующего отверстия, т. е.

$$H = 100\,Fd\,,$$

где:

H — «бесконечное» (гиперфокальное) расстояние;
F — главное фокусное расстояние объектива;
d — диаметр действующего отверстия.

Для случаев, когда степень резкости изображения должна быть выше, например для малоформатных негативов, обычно подвергаемых последующему увеличению, «бесконечность» возрастает прямо пропорционально степени резкости. Так, для получения степени резкости в 0,03 мм или округленно в $^1/_{30}$ мм, т. е. в три раза бо́льшей, фотографическая «бесконечность» также увеличивается в три раза и будет равна 300 Fd.

Значение «бесконечного», или гиперфокального, расстояния H состоит в том, что при установке объектива на это расстояние передняя граница резко изображаемого пространства сокращается наполовину, т е. располагается на расстоянии, равном $\frac{H}{2}$. Так, например, если при установке объектива на ∞, «бесконечность» начинается с расстояния 20 м, то при установке на 20 м она приближается к объективу на расстояние, равное 10 м.

Следовательно, практически, при съемке далеко расположенных предметов гораздо более выгодной является установка объектива не на ∞, а на фотографическую «бесконечность».

Другое важное значение гиперфокального расстояния заключается в том, что с его помощью может быть точно определена глубина резко изображаемого пространства для объектива с любым фокусным расстоянием, любым относительным отверстием при наводке на любое расстояние.

Для этой цели применяются формулы:

$$P_1 = \frac{H \cdot P}{H + P} \text{ и } P_2 = \frac{H \cdot P}{H - P}\,,$$

где:

P_1 — расстояние от объектива до передней границы резко-изображаемого пространства;
P_2 — расстояние от объектива до задней границы резко изображаемого пространства;
H — гиперфокальное расстояние объектива;
P — расстояние от объектива до плоскости наводки.

На основании этих формул рассчитаны специальные таблицы глубины резкости, которые часто приводятся в руководствах, прилагаемых к фотоаппаратам.

Эти же формулы положены в основу и так называемой шкалы глубины резкости, которой в настоящее время снабжаются многие фотографические объективы.

Шкала глубины резкости, или, как часто ее называют, кольцо глубины, обычно представляет собой кольцо с индексом (указателем), по обе стороны которого симметрично расположены цифры, повторяющие цифры шкалы диафрагмы.

При помощи шкалы глубины резкости можно определить границы резко изображаемого пространства при наводке объектива на то или иное расстояние при любой диафрагме. Можно определить, на какое расстояние следует произвести наводку на резкость, чтобы при данной диафрагме получить необходимые границы резко изображаемого пространства. Наконец, можно определить, какую диафрагму следует применить, чтобы обеспечить необходимую глубину резкости.

Все эти задачи решаются по существу одним и тем же способом, основанным на том, что когда указатель шкалы глубины резкости совмещен с тем или иным делением шкалы расстояний, то равнозначные деления шкалы глубины резкости, расположенные по обе стороны от указателя (деления эти должны соответствовать применяемой диафрагме), отсекают на шкале расстояний границы глубины резко изображаемого пространства.

Так, например, если у нормального объектива фотоаппарата ФЭД расположить указатель шкалы глубины резкости против деления 3 (три метра) шкалы расстояний, то можно заметить, что два деления шкалы глубины резкости, обозначенные к примеру цифрами 12,5, совпадают с делениями 2 и 7. Это значит, что при диафрагме 12,5 и наводке объектива на расстояние 3 м передняя граница резко изображаемого пространства будет находиться от объектива на расстоянии 2 м, задняя — на расстоянии 7 м, и все предметы, расположенные в этих пределах, будут переданы на снимке резко.

7. Просветление объективов

За последние годы широкое применение получил метод так называемого просветления оптики. Просветляются и многие фотографические объективы.

Просветление объективов заключается в нанесении на все свободные, т. е. граничащие с воздухом, поверхности линз тончайшей прозрачной пленки с целью уменьшения света, отражаемого поверхностью стекла. Потери света, вызываемые отражением каждой поверхностью линзы, составляют от 4 до 9%.

Таким образом, в объективе, состоящем всего из трех линз, соприкасающихся с воздухом (например, в объективе Индустар), потери света вследствие отражения достигают 27—28%. Однако основной вред, наносимый отражением лучей света от поверхностей линз, заключается не в потере света, а в том, что лучи, многократно и беспорядочно отражаясь внутри объектива (от поверхностей его линз и оправы), в конце концов, если не полностью, то частично проникают внутрь камеры, вызывая вуаль, световые пятна и даже побочные изображения на негативах.

Борьба с вредным действием отраженных лучей ведется уже давно, но лишь в последние годы благодаря методу просветления оптики в этой области достигнуты большие успехи.

Чтобы понять физическую сущность просветления, необходимо ознакомиться с явлениями интерференции света.



Рис. 35. Схематическое изображение интерференции водяных волн

Интерференцией называется взаимное усиление, ослабление или уничтожение волнового движения при совместном действии двух или нескольких групп волн.

Интерференция наблюдается во всех волновых движениях (звуковых, тепловых, световых, электрических и др.). Наиболее наглядно с этим явлением можно познакомиться, наблюдая водяные волны. Если на спокойную водную поверхность бросить одновременно два камня на некотором расстоянии друг от друга и проследить за поведением возникших волн, то можно увидеть, что обе группы волн пересекут друг друга, продолжая распространяться попрежнему в виде расходящихся кругов (рис. 35.). Это свидетельствует о независимости распространения волн. Однако, внимательно присмотревшись к местам пересечений волн, можно заметить, что в тех местах, где встречаются гребни, волна становится сильнее, при встрече двух впадин образуется более сильное углубление. Величины волн как бы складываются, и волна становится интенсивнее, т. е. приобретает бо́льшую амплитуду. Когда же гребень одной волны встречается с углублением другой, то вода в этом месте остается спокойной, т. е., где на воду действуют одновременно две силы, направленные в противоположные стороны, волны как бы уничтожают друг друга. Описанное явление называется интерференцией.

Если создать на воде такие две одинаковые группы волн, которые следуют одна за другой с интервалом в полволны, то волны будут взаимно погашены.

Подобное же явление возникает в световых волнах.

Эффект просветления достигается искусственно создаваемой интерференцией света, отражаемого поверхностью стекла и поверхностью нанесенной на него просветляющей пленки. При определенной толщине этой пленки, равной четверти длины волны света, лучи, отраженные поверхностью пленки и поверхностью стекла, следуют в одном и том же направлении с разностью в полволны, вследствие чего отраженные лучи гасятся, и оптическая деталь перестает отражать свет. Поскольку на объектив почти всегда падают одновременно лучи различной длины волны, достигнуть разности фаз в полволны одновременно для всех лучей не представляется возможным, вследствие чего полное гашение достигается только для лучей одной длины волны. Однако волны других длин хотя и будут отражаться, но в значительно ме́ньшей степени, так как они будут подвергаться частичной интерференции.

В зависимости от цвета и степени гашения световых лучей в отраженном от просветленной поверхности свете, некоторые цветовые лучи будут полностью отсутствовать, другие будут ослаблены, и какая-то часть лучей будет отражаться без изменений. В результате таких отражений просветленная поверхность приобретает интерференционную окраску, наблюдаемую только в отраженном свете и совершенно отсутствующую при проходящем свете, поэтому просветленные объективы при сквозном их рассматривании не обладают никакой окраской. Мнение о том, что объективы эти окрашены, является неверным, как неправильным является и название «голубые», часто применяемое к просветленным объективам.

Процесс просветления, т. е. нанесение на поверхность линз просветляющих пленок, довольно сложен и осуществляется химическими или физическими способами. В общих чертах химический способ заключается в обработке стекла кислотой или кремне-этиловым эфиром, в результате чего на поверхности стекла образуется тончайшая пленка кремнезема. Физический способ заключается в нанесении на поверхность стекла (в определенных условиях) пленок фторидов, получаемых действием паров фтористоводородной кислоты. Применяются и другие способы.

Просветленные объективы повышают контрастность изображения, приближают его к контрастности объекта и дают яркие и чистые снимки. Фактическая светосила просветленных объективов на 10—25% выше однотипных с ними непросветленных объективов.

На оправах передних линз просветленных объективов, кроме всех прочих данных, проставляется буква *П* красного цвета.

8. Классификация объективов

Современные фотографические объективы (анастигматы) классифицируются по конструктивным и по эксплуатационным признакам. Поскольку классификация по конструктивным признакам не имеет существенного практического значения, мы на ней останавливаться не будем и упомянем лишь о так называемых телеобъективах и объективах с переменным фокусным расстоянием, отличающихся некоторыми конструктивными особенностями от остальных.

Телеобъективами называются объективы, предназначенные для съемки значительно удаленных предметов в сравнительно крупном масштабе.

Как мы уже говорили, масштаб изображения зависит от главного фокусного расстояния объектива. Следовательно, съемка удаленных предметов в крупном масштабе возможна любым длиннофокусным объективом при соответственном расстоянии от объектива до главной фокальной плоскости. Телеобъективы отличаются от обычных длиннофокусных объективов тем, что при равном с ними расстоянии до главной фокальной плоскости дают изображение в бо́льшем масштабе, а при равном масштабе изображения обладают ме́ньшим вершинным фокусным расстоянием, или, как его еще называют, задним отрезком (т. е. расстоянием от поверхности задней линзы до плоскости фотопластинки или пленки).

Таким образом, телеобъективы при равном масштабе изображения требуют ме́ньшего растяжения фотоаппарата, чем эквивалентные им длиннофокусные объективы. Достигается это особой конструкцией телеобъектива, схематически показанной на рис. 36.

Объектив состоит из двух компонентов — собирательного *C*, называемого телепозитивом, и рассеивающего *P*, называемого теленегативом.

Действие телеобъектива заключается в том, что лучи света, идущие из удаленной светящейся точки (т. е. параллельные), после прохождения сквозь телепозитив *C* должны были бы пересечься в главном фокусе телепозитива, расположенном за теленегативом, т. е. в точке F_1. Вследствие того, что лучи еще до своего пересечения встречают на своем пути теленегатив *P*, они пересекаются в более удаленной точке F_2, представляющей собой главный фокус всей оптической системы, благодаря чему изображение получается дальше от объектива и в более крупном масштабе.

Однако если продолжить выходящие из теленегатива лучи в обратном направлении до пересечения их с лучами, идущими из светящейся точки, т. е. построить обычный ход лучей, то можно увидеть, что такому ходу лучей соответствует собирательная линза (или система) C_1, расположенная значительно дальше от точки F_2.

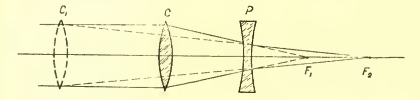


Рис. 36. Схема устройства и действия телеобъектива

Описанное явление объясняется тем, что задняя, главная, точка, от которой производится измерение главного фокусного расстояния и которая в обычном длиннофокусном объективе расположена внутри последнего, в телеобъективе вынесена наружу, за его пределы.

Масштаб изображения, даваемый телеобъективом, зависит от расстояния между его компонентами; чем меньше это расстояние, тем больше степень увеличения.

Объективами с переменным фокусным расстоянием называются объективы особой конструкции. Передняя линза их подвижна и может несколько перемещаться вперед и назад вдоль оптической оси. С изменением расстояния между этой и следующей линзой фокусное расстояние объектива также изменяется: с увеличением расстояния — уменьшается и, наоборот, с уменьшением расстояния — увеличивается.

Благодаря этому наводка на резкость, совершаемая в обычных объективах перемещением всего объектива и требующая изменения растяжения аппарата, при данном объективе не требует изменения растяжения и последнее может оставаться постоянным.

Объективы с переменным фокусным расстоянием за последние годы получили весьма широкое распространение и применяются в ряде советских фотоаппаратов.

По эксплуатационным признакам объективы подразделяются на нормальные, широкоугольные, длиннофокусные (в число последних включаются и телеобъективы), репродукционные и проекционные.

Нормальными, как мы уже упомянули, называются объективы, фокусное расстояние которых примерно равно диаго-

нали расчетного кадра, а угол изображения находится в пределах 45—60°. Как правило, все фотографические аппараты снабжаются нормальными объективами, с которыми, как с основными, они выпускаются в продажу. Нормальные объективы часто называют универсальными.

Широкоугольными называются объективы, обладающие большим углом изображения, а, следовательно, малым фокусным расстоянием, отчего их часто называют короткофокусными. Угол изображения широкоугольных объективов обычно не меньше 62—63°. Глубина резкости больше, чем у нормальных объективов.

Широкоугольные объективы предназначены главным образом для съемок в условиях, когда не представляется возможности отойти от фотографируемого объекта на расстояние, достаточное для того, чтобы с помощью нормального объектива включить в кадр весь объект.

Широкоугольные объективы дают несколько преувеличенную перспективу, а иногда (при съемке с очень коротких расстояний) приводят к чувствительному масштабному искажению изображения.

Длиннофокусными называются объективы, фокусное расстояние которых по крайней мере в 1,5 раза больше диагонали расчетного кадра. Угол изображения длиннофокусных объективов обычно не превышает 28—30°. Глубина резкости меньше, чем у нормальных объективов.

Длиннофокусные объективы применяются преимущественно для съемки портретов крупным планом.

Репродукционными называются объективы, по своим оптическим данным относящиеся к числу нормальных, но обладающие более высокой коррекцией и разрешающей способностью, что, однако, достигается снижением светосилы объективов. Относительное отверстие репродукционных объективов обычно не превышает 1 : 9.

Как показывает название, эти объективы предназначены для репродукционных работ, где продолжительность выдержки не играет существенной роли. За счет уменьшения светосилы в репродукционных объективах достигается высокая резкость, разрешающая способность и геометрическая точность изображения.

При изготовлении репродукционных объективов особое внимание уделяется устранению хроматической аберрации.

Проекционными называются объективы, предназначенные для проекции изображений на экран. Следует сказать, что такие объективы специально для фотографических целей не выпускаются, а предназначаются для кинопроекционных аппаратов. Под проекционным в данном случае следует понимать объективы, применяемые в фотоувеличителях. Для этой цели иногда в

продажу выпускают обычные нормальные объективы, оптические показатели которых по тем или иным причинам не отвечают техническим требованиям, т. е. нестандартны. Такие объективы, непригодные для фотоаппаратов, вместе с тем достаточно высококачественные и с успехом могут быть применены в увеличительных аппаратах, где строгая стандартность не играет существенной роли. В продажу такие объективы обычно поступают под названием увеличительных.

9. Ассортимент фотографических объективов

Ниже приводится перечень фотографических объективов, выпускаемых отечественной оптико-механической промышленностью с технической их характеристикой и оптическими схемами.

В перечень включены также объективы, выпускаемые в продажу только в сборе с фотоаппаратами.

Индустар-23 — четырехлинзовый полусклеенный анастигмат, один из объективов довольно многочисленной серии Индустаров, различных по своим оптико-техническим данным, но одинаковых по оптической схеме (рис. 37). Поэтому в дальнейшем, говоря об индустарах различных номеров, мы не будем повторять оптической схемы объективов этой серии.

Индустар-23 конструктивно отличается от других Индустаров, во-первых, тем, что монтируется в оправе с центральным затво-

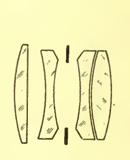


Рис. 37. Оптическая схема объективов Индустар



Рис. 38. Объектив Индустар-23 в оправе с центральным затвором

ром (рис. 38), и, во-вторых, тем, что передняя линза его перемещается с помощью оправки с многозаходной резьбой. Таким образом, Индустар-23 относится к числу объективов с переменным фокусным расстоянием. Объектив устанавливается на фотоаппаратах Москва-2 формата 6×9 см и Москва-3 формата 6,5×9 см и выпускается только в сборе с этими аппаратами. Объектив просветлен.

Оптико-техническая характеристика:

Фокусное расстояние	110 мм
Относительное отверстие	1:4,5
Угол изображения	52°
Разрешающая способность:	
в центре поля	28 лин/мм
по краям поля	14 „

Индустар-22 — основной нормальный объектив, предназначен для фотоаппарата Зоркий формата 24×36 мм. Выпускается как в сборе с аппаратом, так и отдельно от него. Индустар-22 монтируется в оправе с утапливающимся тубусом (рис. 39). Выпускается также и в жесткой оправе. Применяется в увеличителях У-2 и Ленинград. Объектив просветлен. В качестве увеличительного (проекционного) выпускается непросветленным в жесткой оправе под маркой И-22 у.

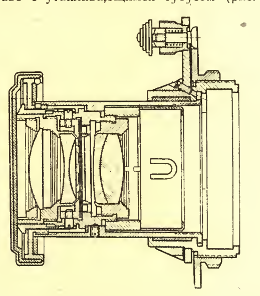


Рис. 39. Объектив Индустар-22 в оправе с утапливающимся тубусом

Оптико-техническая характеристика:

Фокусное расстояние	52,4 мм
Относительное отверстие	1:3,5
Угол изображения	45°
Разрешающая способность:	
в центре поля	32 лин/мм
по краям поля	20 „

ФЭД — нормальный четырехлинзовый полусклеенный анастигмат построен по той же оптической схеме, что и Индустар-22,

и выпускается в такой же оправе с утапливающимся тубусом (рис. 39). Предназначен как основной нормальный объектив для фотоаппаратов ФЭД. Применяется также в увеличителях У-2 и Ленинград. Объектив не просветлен.

Оптико-техническая характеристика:

Фокусное расстояние	50 мм
Относительное отверстие	1:3,5
Угол изображения	47°
Разрешающая способность:	
в центре поля	40 лин/мм
по краям поля	14 „

Индустар-51 — нормальный объектив, предназначен для штативных фотоаппаратов ФК формата 13 × 18 см. Смонтирован в простой нормальной оправе жесткой конструкции (рис. 40). Выпускается как в сборе с аппаратом, так и отдельно. Объектив просветлен.

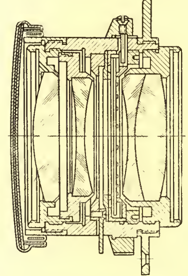


Рис. 40. Объектив Индустар-51 в нормальной оправе жесткой конструкции

Оптико-техническая характеристика:

Фокусное расстояние	210 мм
Относительное отверстие	1:4,5
Угол изображения	56°
Разрешающая способность:	
в центре поля	32 лин/мм
по краям поля	8 „

Индустар-13 — нормальный объектив, предназначен для штативных фотоаппаратов ФК формата 18×24 см. Смонтирован в такой же оправе, что и объектив Индустар-51 (рис. 40). Выпу-

скается как в сборе с аппаратом, так и отдельно. Объектив просветлен.

Оптико-техническая характеристика:

Фокусное расстояние	300 мм
Относительное отверстие	1:4,5
Угол изображения	56°
Разрешающая способность:	
в центре поля	24 лин/мм
по краям поля	8 „

Юпитер-8 — светосильный шестилинзовый анастигмат со склеенными средним и задним компонентами (рис. 41). Предназначен как основной нормальный объектив для фотоаппаратов Зоркий, Зоркий-3, Киев и Киев-III (формат 24×36 мм). Выпускается как в сборе с этими аппаратами, так и отдельно.

Объектив монтируется в оправах с утапливающимся тубусом двух видов: с винтовой резьбой — для аппаратов Зоркий и Зоркий-3 и со штыковым замком — для аппаратов Киев и Киев-III. Выпускается также в жестких оправах. Объектив просветлен.

Оптико-техническая характеристика:

Фокусное расстояние	52,4 мм
Относительное отверстие	1:2
Угол изображения	45°
Разрешающая способность:	
в центре поля	30 лин/мм
по краям поля	14 „

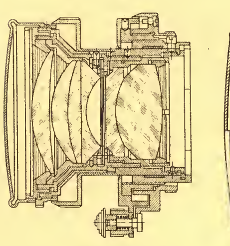


Рис. 41. Объектив Юпитер-8

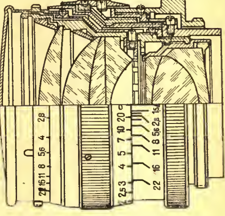


Рис. 42. Объектив Юпитер-3

Юпитер-3 — особо светосильный семилинзовый анастигмат со склеенными средним и задним компонентами (рис. 42). Предназначен как нормальный объектив для фотоаппаратов Зоркий, Зоркий-3, Киев и Киев-III. Выпускается в продажу отдельно от аппаратов.

Объектив монтируется в жесткой оправе двух видов: с винтовой резьбой — для аппаратов Зоркий и Зоркий-3 и со штыковым замком — для аппаратов Киев и Киев-III. Объектив просветлен.

Оптико-техническая характеристика:

Фокусное расстояние	52,45 мм
Относительное отверстие	1:1,5
Угол изображения	45°
Разрешающая способность:	
в центре поля	30 лин/мм
по краям поля	14 „

Юпитер-9 — длиннофокусный семилинзовый анастигмат со склеенными средним и задним компонентами (рис. 43). Предназначен в качестве сменного объектива для фотоаппаратов Зоркий, Зоркий-3, Киев и Киев-III. Выпускается в продажу отдельно от аппаратов.

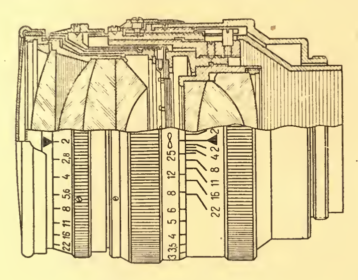


Рис. 43. Объектив Юпитер-9

Объектив монтируется в жесткой оправе двух видов: с винтовой резьбой — для аппаратов Зоркий и Зоркий-3 и со штыковым замком — для аппаратов Киев и Киев-III. Объектив просветлен.

Оптико-техническая характеристика:

Фокусное расстояние	85 мм
Относительное отверстие	1:2
Угол изображения	28°
Разрешающая способность:	
в центре поля	30 лин/мм
по краям поля	18 „

Юпитер-12 — широкоугольный шестилинзовый анастигмат с двумя склеенными средними компонентами (рис. 44). Предназначен в качестве сменного объектива для фотоаппаратов Зоркий, Зоркий-3, Киев и Киев-III. Выпускается в продажу отдельно от аппаратов.

Рис. 44. Объектив Юпитер-12

Объектив монтируется в жесткой оправе двух видов: с винтовой резьбой для аппаратов Зоркий и Зоркий-3 и со штыковым замком — для аппаратов Киев и Киев-III. Объектив просветлен.

Оптико-техническая характеристика:

Фокусное расстояние . .	35 мм
Относительное отверстие	1:2,8
Угол изображения . . .	63°
Разрешающая способность:	
в центре поля . . .	34 лин/мм
по краям поля . .	12 „

Юпитер-11 — четырехлинзовый телеобъектив, анастигмат со склеенным средним компонентом (рис. 45). Предназначен в качестве сменного объектива для аппаратов Зоркий, Зоркий-3, Киев и Киев-III. Выпускается в продажу отдельно от аппаратов.

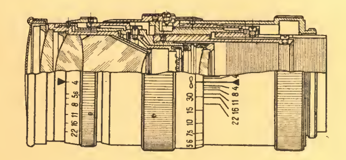


Рис. 45. Объектив Юпитер-11

Объектив монтируется в жесткой оправе двух видов: с винтовой резьбой — для аппаратов Зоркий и Зоркий-3 и со штыковым замком — для аппаратов Киев и Киев-III. Объектив просветлен.

Оптико-техническая характеристика:

Фокусное расстояние	135 мм
Относительное отверстие	1:4
Угол изображения	18°
Разрешающая способность:	
в центре поля	34 лин/мм
по краям поля	19 „

Т-22 — трехлинзовый несклеенный анастигмат (рис. 46). Предназначен как основной нормальный объектив для фотоаппарата Любитель формата 6×6 см. Выпускается только в сборе с фотоаппаратом. Монтируется в оправе с центральным затвором. Передняя линза объектива перемещается с помощью оправки с многозаходной резьбой. Таким образом, Т-22 относится к числу объективов с переменным фокусным расстоянием. Объектив не просветлен.

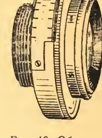


Рис. 46. Объектив Т-22

Оптико-техническая характеристика:

Фокусное расстояние	75 мм
Относительное отверстие	1:4,5
Угол изображения	60°
Разрешающая способность:	
в центре поля	28 лин/мм
по краям поля	12 „

Индустар-11. Под этим названием выпускается серия, состоящая из пяти объективов, предназначенных для репродукционных работ.

Все объективы Индустар-11 монтируются в простой нормальной оправе жесткого типа, такой же, как оправа объектива Индустар-51 (рис. 40). Объективы не просветляются. Выпускаются в продажу отдельно от аппаратов.

Различие между объективами серии Индустар-11 заключается только в их фокусных расстояниях. Все остальные их характеристики одинаковы. В зависимости от фокусных расстояний объективы серии Индустар-11 предназначаются для репродукционных аппаратов следующих форматов:

С фокусным расстоянием	300 мм	— для аппаратов формата	18×24 см
„ „ „	450 „	— „ „ „	24×30 „
„ „ „	600 „	— „ „ „	30×40 „
„ „ „	900 „	— „ „ „	40×50 „
„ „ „	1200 „	— „ „ „	50×60 „

Остальные оптико-технические характеристики у этих объективов следующие:

Относительное отверстие	1:9
Угол изображения	45°
Разрешающая способность:	
в центре поля	35 лин/мм
по краям поля	14 „

10. Маркировка, паспортизация и упаковка объективов

Каждый фотографический объектив, независимо от того, установлен ли он на аппарате или выпускается как самостоятельный прибор, маркируется. На объектив наносятся: наименование объектива, обозначение относительного отверстия, фокусное расстояние, марка завода, порядковый номер объектива, а на просветленных объективах, кроме того, буква П красного цвета.

Все эти обозначения выгравировываются на ободке передней линзы объектива. В некоторых объективах порядковый номер выбивается на оборотной стороне фланца.

К каждому объективу должен быть приложен технический паспорт, в который, кроме перечисленных выше данных, заносятся размеры рабочего расстояния, численные данные о разрешающей способности объектива и дата выпуска объектива заводом.

Рабочим расстоянием, или рабочим отрезком, называется расстояние от опорной плоскости фланца объектива до главной фокальной плоскости, т. е. глубина фотоаппарата, для которого объектив предназначен.

Указание о рабочем расстоянии объектива приобретает особо важное значение для сменных объективов фотоаппаратов Зоркий, Зоркий-3, Киев и Киев-III, в которых объективы должны быть взаимозаменяемы. Рабочее расстояние этих объективов указывается с точностью до 0,02 мм и показывает, пригоден ли данный объектив для данной камеры. Так, например, рабочее расстояние сменных объективов фотоаппарата Зоркий, согласно техническим условиям, должно быть $28{,}8 \pm 0{,}02$ мм.

Для объективов, выпускаемых в сборе с фотоаппаратами, перечисленные данные заносятся в технический паспорт фотоаппарата или прилагаются к этому паспорту в виде отдельной карточки.

Для аппаратов, не рассчитанных на применение сменной оптики, указание о рабочем расстоянии объектива не является обязательным, поскольку эти аппараты выпускаются с точно пригнанными к ним объективами.

Паспорт объектива (или фотоаппарата) должен иметь визу отдела технического контроля завода (ОТК) о годности объектива.

Объективы, выпускаемые в продажу отдельно от аппаратов, должны быть снабжены защитными металлическими или пластмассовыми крышками, завернуты в папиросную бумагу и упакованы в картонные или пластмассовые коробки, выложенные внутри ватой (по одному объективу в каждой коробке).

Для транспортирования объективы, уложенные в коробки, завертывают во влагонепроницаемую бумагу и упаковывают по

10—30 штук в плотные деревянные ящики, обшитые изнутри водонепроницаемым листовым материалом (руберойдом или другим материалом).

Дно ящика, стенки и промежутки между коробками прокладывают технической ватой. Слой ваты кладут также сверху на коробки до закрытия ящика крышкой. Ящик обивают проволокой или металлической лентой и пломбируют.

В каждый ящик должен быть вложен упаковочный лист с подписью упаковщика и датой упаковки.

На крышке ящика делают надписи: «Осторожно», «Не бросать», «Оптические приборы».

11. Качественная проверка объективов

Объективы проверяют на производстве в специальных лабораториях промежуточного технического контроля. Качественная техническая проверка объективов достаточно сложна и требует применения специальных контрольно-измерительных приборов.

В торговых предприятиях такую проверку объективов осуществить трудно и чаще всего приходится ограничиваться наружным осмотром объективов и проверкой их подвижных частей. Однако и такая проверка весьма важна, так как при достаточном опыте товароведа-бракера многие дефекты, незаметные покупателю, могут быть обнаружены. Проверке подвергается каждый объектив, поступающий в торговую сеть.

При наружном осмотре следует прежде всего обратить внимание на состояние линз объектива. В линзах не допускаются дефекты стекла (значительные пузыри, камни, дымки, мошка, свили и др.) и дефекты оптических поверхностей (царапины, вскрытые при шлифовке пузырьки, выколки, жировые налеты, недополировка поверхностей и т. п.). В виде исключения допускается наличие в линзах нескольких пузырей диаметром не более 0,3—0,5 мм, поскольку они практически не оказывают влияния на оптические качества объектива.

Не допускается расклейка линз, которую можно обнаружить путем рассматривания объектива в проходящем свете. Расклейка выражается обычно в появлении радужных пятен и полос.

Линзы и прочие детали объектива должны быть тщательно вычищены. Наличие пыли, волосков, осыпки лака, металлической стружки и т. п. не допускается.

Фаски линз должны быть ровными, гладко матированными и без трещин, выколок и других изъянов. Выколки на краях, видимые без разборки объектива, не допускаются.

На просветленных поверхностях объектива не допускаются пятна и другие дефекты.

Линзы должны быть укреплены в оправе прочно и неподвижно. При обнаружении в оправе забоин, царапин, вмятин и других повреждений, особенно на резьбе, объективы бракуются.

На лаковых и других антикоррозийных покрытиях оправы не допускаются пятна, подтеки, пузыри, бугры, трещины и пропуски. Внутреннее покрытие оправы должно быть угольно-черным, матовым.

Цифры, буквы и другие знаки, нанесенные на оправу, должны быть выгравированы чисто и тщательно; цветные знаки — точно заполнены краской.

Подвижные части объектива должны перемещаться плавно, без заеданий и без усилий на всем протяжении до крайних пределов.

В оправах с утапливающимся тубусом ход последнего должен быть достаточно тугим. При вертикальном положении объектива тубус не должен опускаться под действием собственного веса. Установка объектива в положении наводки на бесконечность (∞) должны фиксироваться упором или защелкой (пружинным фиксатором).

Резьбы объектива должны быть смазаны. Рычаг управления диафрагмой (движок или рифленое кольцо) должен двигаться с некоторым небольшим сопротивлением и самопроизвольно не смещаться. Поверхность лепестков диафрагмы должна быть черной, матовой (оксидированной).

Наружная (передняя) крышка объектива должна надеваться плотно, и оклейка ее не должна задираться.

Все операции по осмотру деталей объектива следует производить чистыми руками на совершенно чистом столе, покрытом белой салфеткой. Ни в коем случае не следует прикасаться к поверхностям линз объектива, прилагать большие усилия при повороте подвижных частей объектива и вывинчивать его линзы. При обнаружении пыли или соринок на наружных поверхностях линз объектива их следует смахивать мягкой беличьей или хорьковой кистью, чистой ваткой или сдувать резиновым баллоном, но ни в коем случае не дуть и не дышать на объектив.

Эти меры предосторожности особенно важны при осмотре просветленных объективов, просветляющая пленка которых всегда менее прочна, чем стекло. Вытирать линзы таких объективов можно только чистой гигроскопической ватой и только после удаления с них пыли. В случае необходимости вату можно слегка увлажнить эфиром или спиртом. Использованную для чистки вату нельзя применять повторно. Кисть и вата должны храниться в хорошо закрывающейся стеклянной баночке.

Осмотр линз и мелких деталей объектива рекомендуется производить с помощью лупы.

ГЛАВА III

ФОТОГРАФИЧЕСКАЯ АППАРАТУРА

1. Принцип устройства и действия фотоаппарата

Несмотря на разнообразие конструкций фотоаппаратов, все они действуют по одному и тому же принципу и построены по одной и той же схеме, приведенной на рис. 47.



Рис. 47. Принципиальная схема фотографического аппарата

Как видно из этой схемы, фотоаппарат в простейшем виде представляет собой замкнутую со всех сторон светонепроницаемую коробку, в одной из стенок которой укреплена собирательная линза. Однако фотоаппарат, сконструированный точно по такой схеме, оказался бы прибором крайне несовершенным.

Простая собирательная линза, как это указывалось, непригодна для фотографических целей. Вследствие свойственных ей оптических недостатков такая линза не может обеспечить получения высококачественного изображения, поэтому вместо нее в фотоаппаратах применяются объективы, состоящие из нескольких линз. Для съемки разно удаленных от аппарата предметов необходимо, чтобы расстояние между объективом и плоскостью светочувствительного материала могло в известных пределах изменяться.

Для точного отмеривания выдержки почти во всех современных аппаратах применяются специальные механизмы, называемые затворами. Для наводки на резкость в фотоаппаратах применяются различные устройства и механизмы (шкала расстояний, матовое стекло, дальномеры). Для точной ориентировки аппарата относительно фотографируемых предметов и для определения границ фотографируемого поля (кадрирования) аппараты снабжаются так называемыми видоискателями. Наконец, в каждом аппарате должно быть предусмотрено устройство для смены фотопластинок или пленок.

Кроме перечисленных механизмов и приспособлений, современные фотографические аппараты оснащены еще рядом приспособлений, механизирующих и уточняющих работу фотоаппарата, либо облегчающих его применение.

К числу таких вспомогательных устройств относятся: автоспуски — механизмы, автоматически приводящие в действие затвор; экспонометры — приборы для определения выдержек; счетчики, отмеряющие число сделанных снимков, и др.

Таким образом, современный фотоаппарат состоит из нескольких основных конструктивных узлов: объектива, светонепроницаемой камеры, затвора, устройства для наводки на резкость, видоискателя, устройства для смены пластинок или пленок и ряда вспомогательных устройств и приспособлений.

Различное конструктивное оформление каждой отдельной детали и целых узлов и различное их сочетание обусловливают большое разнообразие фотоаппаратов.

Ниже приводится описание главнейших механизмов и конструктивных узлов фотоаппаратов.

2. Затворы

Затвор — один из важнейших узлов фотоаппарата; совершенство затвора в значительной степени предопределяет и круг применения фотоаппарата.

Как правило, все фотографические затворы работают моментально и с выдержкой, отмеряемой от руки.

Для управления затвором последний снабжается различными деталями, расположенными снаружи. Обязательными для каждого затвора (кроме простейших) являются следующие детали управления: спусковое устройство (обычно спусковой рычаг), с помощью которого затвор приводится в действие, и регулятор, позволяющий регулировать действие затвора. Регулятор может быть различной конструкции: в виде поворачивающейся стрелки, диска или кольца, опоясывающего затвор. В различных затворах встречаются и другие детали управления: заводное устройство (обычно рычаг или вращаю-

щаяся головка), с помощью которого затвор перед съемкой заводится, автоспуск (также обычно в форме рычага), дополнительные регуляторы и т. д. Все затворы, кроме того, имеют гнездо для установки гибкого спускового тросика.

Для регулирования действия затвора на регулятор его наносят условные обозначения.

Буква Д обозначает длительную выдержку. При установке регулятора на это деление затвор при первом нажатии на спусковое устройство открывается и остается в таком положении до вторичного нажатия, после которого затвор закрывается. Необходимость в таком действии затвора, т. е. возможность оставить его открытым на неопределенно долгое время, связана не столько с длительными выдержками, сколько с процессом визуальной наводки на резкость по матовому стеклу. Поэтому деление Д (или другие заменяющие его обозначения), как правило, имеется на затворах пластиночных аппаратов, хотя встречается и на затворах аппаратов, не допускающих визуальной наводки.

Буквы К, Z или В условно обозначают короткую выдержку. При установке на это деление затвор при нажатии на спусковое устройство открывается, а с освобождением рычага закрывается. Таким действием затвора пользуются при съемке с выдержками от полсекунды и больше. Более короткие выдержки с достаточной точностью отмерить рукой невозможно.

Буква М обозначает моментальную выдержку. При установке на это деление затвор при нажатии на спусковой рычаг автоматически отмеряет ту или иную короткую (моментальную) выдержку. Большинство современных затворов автоматически отмеряет не одну, а несколько моментальных выдержек, поэтому вместо буквы М на регулятор затвора наносится ряд цифр, обозначающих продолжительность выдержки в долях секунды. Так, цифра 1 означает целую секунду, 2 — полсекунды, 20 — одну двадцатую секунды и т. д.

Благодаря моментальному действию затвора создается возможность фотографировать движущиеся объекты. Естественно, что чем больше скорость действия затвора, т. е. короче выдержка, тем более быстрое движение можно запечатлеть на фотоснимке.

Простые затворы действуют с предельной скоростью в $^1/_{100}$ секунды, у более совершенных она достигает тысячных долей секунды.

Основными показателями, характеризующими затвор, являются количество выдержек, автоматически отмеряемых затвором, их диапазон и степень точности работы затвора, т. е. степень совпадения выдержки, отмеряемой затвором, с соответствующим этой выдержке числом на шкале регулятора затвора.

Все фотографические затворы можно разбить на две основные группы:

1) Затворы, расположенные перед или за объективом или между линзами объектива.

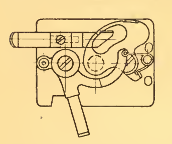


Рис. 48. Дисковый затвор

2) Затворы, расположенные непосредственно перед пластинкой или пленкой.

К первой группе относятся затворы различных конструкций, которые могут быть подразделены на дисковые, шторные и центральные.

Дисковые затворы представляют собой простейшие механизмы, применяемые в фотоаппаратах полуигрушечного типа, поэтому на описании их мы подробно не останавливаемся.

Принцип действия их чрезвычайно прост и основан на том, что перед или за объективом помещается диск или сектор с вырезом, приводимый в движение пружиной, связанной со спусковым рычагом. Один из таких затворов приведен на рис. 48, где пунктиром обозначено рабочее отверстие объектива.

Шторные затворы чаще всего представляют собой отдельный прибор, надеваемый на объектив камеры. Один из таких затворов показан на рис. 49. Затворы эти имеют форму плоской коробки (корпус), в передней и задней стенках которой сделаны круглые вырезы по диаметру оправы объектива. Одним из этих отверстий затвор надевается на оправу объектива и с помощью прижимного винта укрепляется на ней. Деталью затвора, заслоняющей свет, служит светонепроницаемая черная шторка (обычно шелковая прорезиненная) с прямоугольным вырезом, сматывающаяся с одного валика на другой под действием пружины. Перед съемкой затвор взводится, т. е. шторка перематывается с рабочего валика на холостой, а в момент съемки она движется в обратном направлении. При установке затвора на съемку с длительной выдержкой шторка останавливается в тот момент, когда вырез в ней совпадает с рабочим отверстием объектива и остается в таком положении до осво-

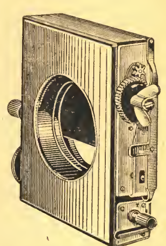


Рис. 49. Шторный затвор

бождения спускового рычага от нажима. При установке затвора на моментальное действие шторка не задерживается на своем пути и проскакивает мимо объектива, открывая его на тот или иной момент. Скорость действия шторного затвора зависит от скорости движения шторки и регулируется натяжением рабочей пружины, расположенной внутри рабочего валика. Диапазон скоростей моментального действия у шторных затворов обычно от $^1/_{10}$ до $^1/_{100}$ секунды. Шторный затвор устанавливают на стационарных, павильонных аппаратах, а также выпускают как самостоятельную принадлежность.

Центральные затворы составляют как бы одно целое с объективом и служат для него оправой. Само название центральных затворов указывает на их основной конструктивный признак. В отличие от всех других затворов они открывают отверстие объектива от центра к краям, а затем закрывают его в обратном направлении — от краев к центру. Частями этих затворов, заслоняющими свет, служат тонкие металлические створки (ламели), количество которых в различных затворах неодинаково (две, три, пять).

Эти затворы имеют обычно форму плоской круглой коробки (корпуса), внутри которой размещен механизм затвора.

На рис. 50 показана схема устройства и действия трехстворчатого центрального затвора.

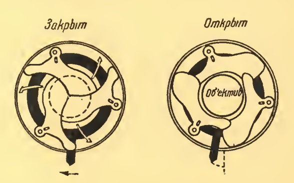


Рис. 50. Схема действия трехстворчатого центрального затвора

Различают две группы центральных затворов: 1) самовзводные, или автоматические, затворы и 2) заводные затворы. Первые действуют автоматически, т. е. приводятся в действие нажатием на спусковое устройство; вторые требуют предварительного завода. В этой группе встречаются затворы, которые требуют завода только при моментальном действии.

Различные модели центральных затворов отмеряют различное число моментальных выдержек. Простейшие из них отмеряют три моментальные выдержки — обычно $^1/_{25}$ $^1/_{50}$ и $^1/_{100}$ секунды. У более совершенных моделей число моментальных выдержек достигает восьми.

Предельная скорость действия центральных затворов достигает $^1/_{250}$—$^1/_{300}$ секунды и изредка — $^1/_{500}$ секунды.

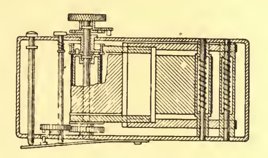


Рис. 51. Схема шторно-щелевого затвора

Шторно-щелевые затворы, называемые иногда просто щелевыми, составляют вторую группу затворов, отличающуюся от первой тем, что они располагаются непосредственно перед фотопластинкой или пленкой. Деталью этих затворов, заслоняющей свет, как и в шторных затворах, является светонепроницаемая шторка со щелью. Скорость действия этих затворов регулируется скоростью движения шторки и шириной щели, но чаще всего только шириной щели.

Размещение шторки перед пленкой, а не возле объектива существенно изменяет характер действия затвора. В отличие от других затворов, при действии которых вся поверхность пластинки или пленки освещается одновременно, в шторно-щелевых затворах освещение светочувствительного материала происходит постепенно от одного края к другому.

Предельная скорость действия шторно-щелевых затворов достигает тысячных долей секунды.

Конструктивно шторно-щелевые затворы бывают различными. В них применяются не только матерчатые, но и металлические шторки.

Как правило, все шторно-щелевые затворы перед съемкой заводятся, причем края шторки, ограничивающие щель при взведении затвора, смыкаются и частично накладываются один на другой, что позволяет взводить затвор, не закрывая объектива. На рис. 51 показана схема шторно-щелевого затвора фотоаппарата Зоркий.

3. Механизмы наводки на резкость

Хорошая резкость фотографического изображения обеспечивается высоким качеством объектива, точностью механизмов фотоаппарата и правильным использованием этих механизмов. В известной мере она зависит и от остроты зрения.

Наводка на резкость, т. е. точное нахождение необходимого для данной съемки расстояния между объективом и поверхностью пластинки (пленки), может быть осуществлена тремя способами: визуальным (по матовому стеклу), глазомерным (с помощью шкалы расстояний) и механическим (с помощью оптического дальномера, механически сопряженного с объективом).

Первым способом наводка на резкость производится наблюдением за резкостью изображения на матовом стекле.

Второй способ — наводка на резкость с помощью шкалы расстояний — основан на том, что каждому расстоянию от объектива до фотографируемого предмета соответствует строго определенное сопряженное с ним расстояние от объектива до поверхности пластинки (пленки). Это позволяет заранее рассчитать и построить шкалу для различных расстояний, которая либо наносится на оправу объектива, либо укрепляется на фотоаппарате.

Обычно шкалы расстояний рассчитаны на диапазон от 1—$1^1/_2$ м до бесконечности.

Механический способ наводки на резкость основан на применении оптических дальномеров, механически связанных с оправой объектива. При той высокой точности, с какой могут быть сейчас изготовлены эти приборы, механический способ наводки является наиболее совершенным из всех применяемых способов.

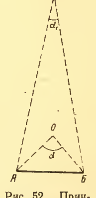


Рис. 52. Принцип оптического дальномера

Оптические дальномеры применяются преимущественно в пленочных и кинопленочных камерах, которые по своей конструкции не допускают визуальной наводки. Дальномерами вообще называются приборы, предназначенные для определения расстояния от наблюдателя до наблюдаемого предмета. Наиболее точными являются оптические дальномеры, действие которых основано на том, что если наблюдать предмет *О* (рис. 52) с двух точек *А* и *Б*, отстоящих друг от друга на некотором расстоянии, то угол α, образуемый линиями зрения (т. е. линиями, соединяющими эти точки с наблюдаемым предметом), изменяется с изменением расстояния до предмета: чем предмет ближе, тем

угол больше. Пользуясь изменениями этого угла, можно определить расстояние до предмета и тем точнее, чем больше база наблюдения, т. е. расстояние между точками *А* и *Б*.

В фотографических аппаратах применяются монокулярные дальномеры, т. е. дальномеры, предназначенные для наблюдения одним глазом. Принцип устройства и действия таких дальномеров приведен на рис. 53. Дальномер в основном состоит из двух оптических деталей — зеркала *А* и полупрозрачного зеркала *Б*[1], отстоящих один от другого на некотором расстоянии и устанавливаемых относительно наблюдаемого предмета, как показано на рисунке.

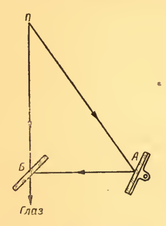


Рис. 53. Принцип действия монокулярного дальномера

Наблюдение производится сквозь полупрозрачное зеркало. Изображение образуется двумя потоками лучей, из которых один направляется в глаз наблюдателя через полупрозрачное зеркало по линии *ПБ*, а второй — по линии *ПА*, путем двукратного отражения — сначала в зеркале *А*, а затем в полупрозрачном зеркале *Б*.

При определенном положении зеркала *А* оба потока лучей совмещаются, изображения как бы накладываются одно на другое и контуры их сливаются. Это служит признаком точной установки дальномера.

При всяком изменении расстояния между предметом и глазом наблюдателя контуры изображения расходятся, раздваиваются и для совмещения их требуется отклонить зеркало на некоторый угол, величина которого и служит критерием для определения расстояния до предмета.

Дальномеры, применяемые в фотоаппаратах, механически связаны с движением объектива, происходящим при наводке на резкость, и служат, с одной стороны, для определения расстояния, а с другой — для осуществления наводки на резкость.

Дальномеры эти разделяются на две группы: дальномеры с отражательной призмой, заменяющей зеркало, и дальномеры с клиновым компенсатором.

[1] Полупрозрачным зеркалом называется светоделительное зеркало, которое отражает половину падающего на него света, а вторую половину пропускает благодаря тому, что оно покрыто слоем золота или серебра определенной толщины.

На рис. 54 приведена схема механизма дальномера с отражательной призмой, устанавливаемого на фотоаппаратах ФЭД и Зоркий.

Кинематическая связь дальномера с объективом аппарата основана на том, что при наводке на резкость объектив совершает поступательное движение вдоль своей оптической оси, и в зависимости от расстояния, на котором находится фотографируемый предмет, объектив передвигается вперед или назад на ту или иную величину.

Это движение объектива используется для поворота призмы дальномера. Червячная оправа объектива *1* (рис. 54) своей торцовой частью упирается в кулачок рычага *2* и при своем вращении (ввинчивании) отклоняет этот рычаг. Отклоняясь, рычаг давит своим противоположным концом *3* на рычаг *4*, соединенный с оправой призмы; поворачиваясь, рычаг отклоняет призму *5*.

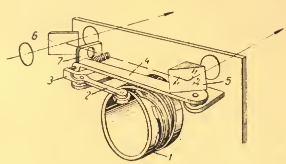


Рис. 54. Схема механизма дальномера фотоаппаратов ФЭД и Зоркий

Перед зеркалом *6* имеется рамка *7* с маленьким отверстием. Это ограничитель пучка лучей, идущих из призмы; без него полное совмещение контуров двух изображений было бы невозможно, так как контуры эти вследствие параллактического смещения не вполне одинаковы. Достигнув совмещения правой части изображения, мы не смогли бы получить совмещения левой его части и наоборот; пользование прибором было бы сильно затруднено. Для точного измерения необходимо достигнуть совмещения центрального участка изображения. Так как крайние части изображения при этом все равно не совмещаются, целесообразно их убрать из поля зрения, что и достигается установкой рамки *7* с маленьким круглым отверстием.

Другое весьма важное значение рамки заключается в том, что она выделяет в виде светлого кружка то изображение, которое

образутся призмой. Дело в том, что изображение, видимое сквозь зеркало, благодаря зеркальному покрытию имеет дымчатую окраску; изображение же, отраженное зеркалом, этой окраски не имеет. Чтобы хорошо различить оба изображения, важно выделить одно из них на фоне другого; это и достигается при помощи





Рис. 55. Резкая и нерезкая наводка дальномера

рамки. На рис. 55 показано, что видит наблюдатель в окне дальномера при резкой и нерезкой наводке.

Схема действия дальномера с клиновым компенсатором показана на рис. 56.

Дальномер состоит из удлиненной стеклянной призмы *1*, длина которой определяет базу дальномера. Призма склеена из двух частей, причем одна из склеенных поверхностей (на рисунке заштрихована) представляет собой полупрозрачное зеркало *2*. Другой конец *3* скошен под углом в 45°. Перед этим концом помещается клиновый компенсатор *4*, состоящий из двух стеклянных клиньев круглой формы. Эти клинья с помощью специального механизма могут вращаться одновременно вокруг горизонтальной оси во взаимно противоположные стороны.

Поворачиваясь, клинья образуют трехгранную призму с бо́льшим или ме́ньшим углом преломления, т. е. с бо́льшей или ме́ньшей степенью отклонения лучей, проходящих сквозь них. На рисунке этот угол обозначен буквой α.

Если через полупрозрачное зеркало *2* смотреть на какой-либо предмет *5*, то глаз будет видеть одновременно два изображения этого предмета: одно, образованное лучами, прошедшими через полупрозрачное зеркало *2*, а второе — лучами, прошедшими через компенсатор, отраженными затем скошенной зеркальной поверхностью призмы и вторично отраженными полупрозрачным зеркалом.

Оба эти изображения при определенном расположении клиньев компенсатора сливаются в одно. При удалении или приближе-

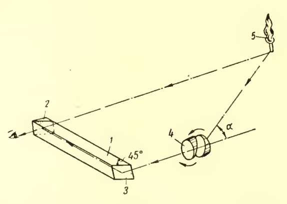


Рис. 56. Схема действия дальномера с клиновым компенсатором

нии наблюдаемого предмета изображение раздваивается и чтобы вновь совместить раздвоенные контуры, следует повернуть клинья компенсатора на тот или иной угол. Это вращательное движение клиньев использовано, с одной стороны, для измерения расстояний до наблюдаемых предметов, а с другой, — для наводки объектива на резкость.

На рис. 57 приведена схема механизма дальномера с клиновым компенсатором, устанавливаемого на фотоаппарате Москва-2. При вращении оправы передней линзы объектива *1* клинья компенсатора *2* через систему шестеренок

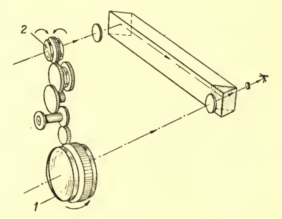


Рис. 57. Схема механизма дальномера камеры Москва-2

также приводятся во вращение, строго сопряженное с выдвижением оправы: каждому положению передней линзы объектива со-

ответствует точно рассчитанное положение клиньев компенсатора.

Картина, наблюдаемая в окне дальномера, аналогична той, которая получается в дальномере с отражательной призмой (рис. 55).

Несколько иную конструкцию имеет клиновый компенсатор, применяемый в дальномере фотоаппарата Киев. На рис. 58 приведена схема этого дальномера. Дальномер состоит из удлиненной стеклянной призмы *1*, склеенной из двух частей. Место склеенных поверхностей *2* представляет собой полупрозрачное зеркало. Противоположный конец призмы скошен под углом 45°. Перед этим скошенным концом помещается клиновый компенсатор *3*, состоящий из двух линз с цилиндрическими поверхностями, причем линза с вогнутой поверхностью неподвижна, а с выпуклой поверхностью может вращаться вокруг оси. При определенном положении обеих линз плоские поверхности их располагаются параллельно одна другой. Такая система не отклоняет лучей. При всяком же повороте выпуклой линзы система образует трехгранную призму, преломляющий угол которой тем больше, чем сильнее отклонение выпуклой линзы.

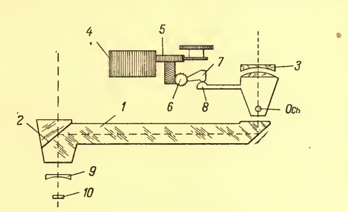


Рис. 58. Схема механизма дальномера камеры Киев

Кинематически схема действия такого дальномера заключается в следующем: вращение оправы объектива *4* через систему шестеренок *5* и *6* и рычагов *7* и *8* передается выпуклой линзе, которая отклоняется, изменяя преломляющий угол клинового компенсатора.

Каждому положению объектива соответствует точно рассчитанное положение линз компенсатора.

Картина, наблюдаемая в этом дальномере, аналогична той, которая приведена на рис. 55, с той лишь разницей, что благо-

даря наличию в дальномере телескопического видоискателя, состоящего из линз *9* и *10* (рис. 58), изображение в дальномере получается несколько уменьшенным по сравнению с натурой (0,7 натуральной величины), и наблюдаемые поля имеют не круглую, а прямоугольную форму.

4. Видоискатели

Все фотографические камеры снабжены видоискателями, причем часто на одном аппарате устанавливаются два видоискателя.

Видоискатели служат для правильной установки аппарата и должны показывать ограниченный кадр в точном соответствии с тем изображением, которое получится на пластинке или пленке.

Как бы точен и совершенен не был видоискатель, он отвечает этому требованию не в полной мере. Объясняется это тем, что абсолютное совпадение показаний видоискателя и кадра на пластинке возможно лишь в том случае, если видоискатель находится на оптической оси объектива. Так как технически это невозможно, то все видоискатели работают с той или иной степенью погрешности, тем бо́льшей, чем больше расстояние между оптическими осями видоискателя и объектива аппарата.

Полная идентичность кадров достигается лишь в однообъективных зеркальных камерах, где объективом для визирования служит сам объектив камеры.

По конструктивным признакам видоискатели могут быть разбиты на две группы: р а м о ч н ы е и о п т и ч е с к и е.

Р а м о ч н ы й в и д о и с к а т е л ь состоит из двух прямоугольных рамок — малой и большой, отстоящих друг от друга на некотором определенном расстоянии (рис. 59). Стороны рамок соответственно пропорциональны сторонам получаемого кадра.

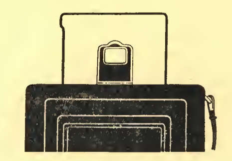


Рис. 59. Рамочный видоискатель

Достоинствами рамочного видоискателя являются: 1) видимость снимаемого объекта в натуральную величину с правильным (незеркальным) расположением сторон; 2) возможность съемки с уровня глаз, что оказывает положительное влияние на передачу перспективы и 3) простота устройства.

О п т и ч е с к и е в и д о и с к а т е л и бывают различных видов. Весьма распространен зеркальный видоискатель, схема которого приведена на рис. 60. Зеркальный видоискатель состоит

из двух собирательных линз, установленных под прямым углом одна к другой, и зеркала, стоящего под углом 45° к обеим линзам. Лучи света, пройдя сквозь первую (ме́ньшую) линзу, отражаются зеркалом и дают на второй (большой) линзе изображение.

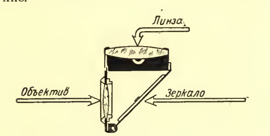


Рис. 60. Схема зеркального видоискателя

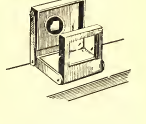


Рис. 61. Телескопический видоискатель

Зеркальные видоискатели дают очень яркое, хорошо видимое изображение, но имеют следующие недостатки: 1) изображение в них зеркально обращено и 2) видоискатель требует наблюдения сверху, для чего камеру при съемке приходится опускать, а это неблагоприятно сказывается на передаче перспективы.

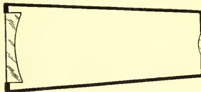


Рис. 62. Схема телескопического видоискателя жесткой конструкции

Распространение получил и прямой оптический, или так называемый телескопический, видоискатель, состоящий из рассеивающей линзы прямоугольной формы и окуляра в виде собирательной линзы (рис. 61). Такой видоискатель дает уменьшенное, очень яркое изображение с правильным расположением сторон.

На рис. 62 показан видоискатель, который отличается от предыдущего только жесткостью своей конструкции (у первого видоискателя передняя и задняя линзы укреплены на складывающихся стойках).

5. Классификация фотоаппаратов

Разнообразие областей применения фотографического аппарата привело к созданию большого числа аппаратов различных конструкций. Изучение фотографической аппаратуры вызывает потребность в установлении какой-то классификации, позволяю-

щей подразделить всю массу фотоаппаратов на группы, каждая из которых объединяла бы ряд фотоаппаратов с общими характерными признаками.

Наиболее отвечает требованиям практики разделение фотоаппаратов на три группы: пластиночные, пленочные и кинопленочные.

Такое подразделение в известной степени предусматривает и формат фотоаппаратов, поскольку кинопленочные аппараты являются в то же время и малоформатными (не более чем 24×36 мм); пленочные аппараты выпускаются сейчас форматом от 6×6 до 6×9 см включительно, а пластиночные от $6{,}5 \times 9$ см и больше. Формат аппарата в свою очередь предопределяет в известной мере и назначение аппарата, откуда можно сделать вывод и о пригодности аппарата для той или иной группы фотографов.

Пластиночные фотоаппараты предназначены в основном для съемки на пластинках. Как правило, все пластиночные фотоаппараты снабжены матовым стеклом и позволяют, таким образом, производить наводку на резкость визуально.

Пластиночные аппараты изготовляются форматом от $6{,}5 \times 9$ см до 18×24 см и больше. Аппараты формата $6{,}5 \times 9$ и 9×12 см пригодны для фотолюбителей; аппараты бóльшего формата предназначены главным образом для профессиональных портретных фотоателье и для репродукционных работ.

Как и в любой другой группе, среди пластиночных можно встретить фотоаппараты различных конструкций.

Все пластиночные фотоаппараты снабжены кассетами, от числа которых зависит количество снимков, производимых без перезарядки.

Пленочными называются аппараты, рассчитанные на применение так называемой катушечной, или роликовой, пленки. Огромное преимущество таких аппаратов заключается в том, что они допускают перезарядку на свету, причем не требуют применения кассет. Последние заменяет особая упаковка катушечной пленки, описание которой приведено дальше (см. стр. 132). Кроме того, фотопленка во много раз легче стеклянных пластинок и занимает значительно меньше места.

Конструктивное разнообразие пленочных аппаратов достаточно велико.

Для наводки на резкость более простые пленочные аппараты снабжены шкалой расстояний, более совершенные — оптическим дальномером.

Затворы у пленочных аппаратов почти всегда центральные, видоискатели — различных конструкций. Наиболее распространенными форматами пленочных аппаратов являются 6×6 и 6×9 см. Пленочные аппараты, как правило, не имеют двойного

растяжения и для репродукционных работ почти непригодны. За редкими исключениями пленочные аппараты не допускают применения сменных объективов.

Следует сказать, что в свое время пленочные аппараты, лишенные матового стекла и не допускавшие поэтому визуальной наводки на резкость, не могли конкурировать с пластиночными и поэтому не были широко распространены. С введением в практику сопряженных оптических дальномеров пленочные аппараты с каждым годом приобретают все большее и большее применение и в значительной степени вытесняют пластиночные аппараты.

Кинопленочные фотоаппараты, рассчитанные на применение нормальной 35-миллиметровой перфорированной кинопленки, дают негативы весьма небольшого формата (не более 24×36 мм), откуда они получили название малоформатных. Существует множество конструкций малоформатных аппаратов. В подавляющем большинстве эти аппараты отлично оснащены и представляют собой приборы высшего класса точности.

Малоформатные аппараты обычно снабжены быстродействующими шторно-щелевыми затворами. Отличительной особенностью малоформатных аппаратов является их портативность и многозарядность. Кассеты этих аппаратов обычно вмещают отрезок кинопленки длиной в 1,6 м, на котором свободно умещается 36 негативов формата 24×36 мм.

Почти все малоформатные аппараты снабжены точно действующими оптическими дальномерами и допускают смену объективов. Некоторые аппараты имеют автоспуск.

Малоформатные аппараты совершенно необременительны и при наличии некоторых дополнительных принадлежностей достаточно универсальны. Они являются превосходными аппаратами для фотолюбителей, однако требуют достаточного опыта и умелого обращения. Советская промышленность выпускает ряд первоклассных малоформатных фотоаппаратов.

В каждой из перечисленных выше групп особую конструктивную разновидность представляют собой так называемые зеркальные фотоаппараты. Принципиальное отличие этих аппаратов заключается в том, что они снабжены зеркалом, помещенным внутри камеры.

Схема устройства и действия зеркального аппарата приведена на рис. 63. Лучи света, пройдя через объектив, отражаются зеркалом, которое в момент наводки на резкость стоит под углом 45° к оптической оси объектива. Отразившись от зеркала, лучи света направляются вверх, где строят оптическое изображение фотографируемых предметов на горизонтально расположенном матовом стекле.

С помощью специального механизма зеркало в момент съемки откидывается вверх, закрывает собой матовое стекло и освобож-

дает доступ лучам света к задней стенке камеры, где расположена фотопластинка или пленка. В этот момент происходит съемка.

Преимущество зеркальных камер состоит в следующем: 1) при наблюдении за изображением на матовом стекле сверху фотограф видит его хотя и зеркально обращенным, но не перевернутым, что значительно облегчает решение композиционных задач и в известной мере облегчает наводку на резкость; 2) наблюдение за изображением фотографируемых предметов можно вести непосредственно до момента съемки.

Зеркала, применяемые в этих аппаратах, оптические, т. е. амальгамированы снаружи, и строго плоские.

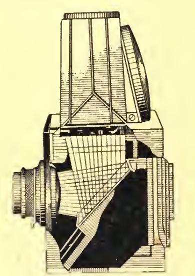


Рис. 63. Схема зеркального фотоаппарата

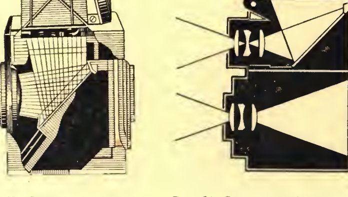


Рис. 64. Схема двухобъективного зеркального фотоаппарата

Разновидностью зеркальных аппаратов являются **двухобъективные зеркальные фотоаппараты**, у которых основной объектив предназначен только для съемки. Для визирования и наводки на резкость служит второй объектив, расположенный над первым и действующий синхронно с ним. Схема двухобъективного зеркального аппарата приведена на рис. 64. Зеркало в таких аппаратах неподвижно.

Основное преимущество двухобъективных зеркальных аппаратов перед однообъективными в том, что объектив для визирования в них не диафрагмируется, что облегчает наводку на рез-

кость и визирование. Изображение фотографируемых предметов в двухобъективных зеркальных аппаратах можно видеть и в момент съемки.

Недостатком двухобъективных зеркальных аппаратов является некоторое несовпадение между кадром, получаемым на снимке, и кадром, видимым в видоискателе. Объясняется это тем, что оптические оси объективов аппарата и видоискателя находятся на значительном расстоянии одна от другой.

6. Современный ассортимент фотоаппаратов

Советская оптико-механическая промышленность выпускает в настоящее время фотографические аппараты десяти марок, не считая фотоаппаратов специального назначения, которые не поступают в торговую сеть и поэтому здесь не рассматриваются.

В соответствии с приведенной классификацией фотоаппараты рассматриваются нами в следующей последовательности:

1) пластиночные аппараты ФК и Москва-3;
2) пленочные аппараты Любитель и Москва-2;
3) кинопленочные аппараты — ФЭД, Зоркий, Зоркий-3, Киев, Киев-III и Зенит.

Фотоаппараты ФК (рис. 65) — павильонные аппараты, предназначенные для съемок в портретных ателье. Аппараты ФК выпускаются двух форматов: 13 × 18 и 18 × 24 см, но совершенно одинаковы по конструкции. Аппараты рассчитаны на пластинки, но, как и все пластиночные аппараты, допускают съемку на плоской форматной пленке.

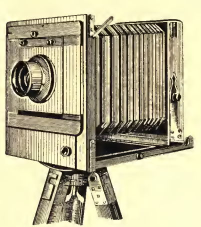


Рис. 65. Фотоаппарат ФК

Фотоаппарат ФК формата 13 × 18 см снабжается объективом Индустар-51 с $F = 210$ мм и относительным отверстием 1 : 4,5; на аппарате ФК формата 18 × 24 см устанавливается объектив Индустар-13 с $F = 300$ мм и тем же относительным отверстием.

Аппараты ФК не имеют ни затворов, ни видоискателей и съемка с рук ими невозможна, однако на объективы аппаратов могут быть надеты шторные затворы, выпускаемые отдельно от аппаратов.

В аппаратах ФК имеется устройство для смещения объектива вверх, вниз и в стороны. Кроме того, задняя стенка аппарата

с матовым стеклом может быть наклонена по отношению к передней. Уклоны этой доски позволяют устранять некоторые перспективные искажения при съемке.

Наводка на резкость в аппаратах ФК производится визуально по матовому стеклу. Последнее служит и для визирования.

Оба аппарата имеют двойное растяжение меха, что делает их весьма удобными для репродукционных работ.

Аппараты ФК в сложенном виде удобны для переноски.

В комплект аппарата входят: три двойные кассеты, брезентовый футляр с наплечным ремнем, деревянный трехколенный штатив в брезентовом футляре, пластмассовый футляр для объектива и руководство к пользованию.

Фотоаппарат Москва-3 (рис. 66) представляет собой складной пластиночный аппарат формата 6,5 × 9 см.

Объектив аппарата — Индустар-23 с $F = 110$ мм и относительным отверстием 1 : 4,5. Аппарат снабжен центральным заводным затвором Момент-5, который работает с выдержкой и со скоростями 1, $^1/_2$, $^1/_5$, $^1/_{10}$, $^1/_{25}$, $^1/_{50}$, $^1/_{100}$ и $^1/_{250}$ секунды. Регулирование скорости действия затвора производится большим рифленым кольцом, на обод которого нанесена шкала скоростей. Эту операцию следует производить только при спущенном затворе. Для взведения затвора служит заводной рычаг, а для приведения затвора в действие — спусковая кнопка, расположенная на боковой стенке корпуса аппарата. Шкала диафрагмы находится на корпусе затвора, шкала глубины резкости нанесена на оправу объектива.



Рис. 66. Фотоаппарат Москва-3

Наводка на резкость достигается поворотом передней линзы объектива и производится визуально по матовому стеклу, либо по шкале расстояний, нанесенной на оправу передней линзы объектива.

Для визирования аппарат снабжен складным телескопическим видоискателем.

Аппарат Москва-3 не имеет двойного растяжения меха и пригоден для съемки с расстояния от 1,5 м до бесконечности. Это делает аппарат неприменимым для репродукционных работ и съемки мелких деталей. В остальном аппарат пригоден как для начинающих, так и для опытных фотолюбителей.

В комплект аппарата входит гибкий спусковой тросик, четыре приставные кассеты и руководство к пользованию. Аппарат упакован в плотную картонную коробку и опломбирован.

Фотоаппарат Любитель (рис. 67) представляет собой пленочную двухобъективную зеркальную камеру жесткой конструкции, формата 6×6 см.

Съемочный объектив камеры — Т-22 с $F = 75$ мм и относительным отверстием 1 : 4,5. Визирный объектив — ахроматическая линза с $F = 60$ мм и с относительным отверстием 1 : 2,8.



Рис. 67. Фотоаппарат Любитель

Центральный заводной затвор аппарата работает с выдержкой и со скоростью $^1/_{10}$, $^1/_{25}$, $^1/_{50}$, $^1/_{100}$ и $^1/_{200}$ секунды. Регулирование скорости действия затвора производится поворотом поводка. Шкала скоростей нанесена на боковую стенку корпуса затвора. На этой стенке размещена и шкала диафрагмы.

Наводка на резкость производится поворотом передней линзы. Вращение этой линзы через пару зубчатых колец передается визирному видоискателю, который, будучи укреплен в червячной оправе, совершает при этом поступательное движение вдоль своей оси.

Обычно в зеркальных камерах матируется вся плоская поверхность горизонтальной (верхней) линзы видоискателя. В видоискателе аппарата Любитель заматирован только небольшой кружок в центре. Это объясняется тем, что для повышения яркости изображения в видоискателе объектив последнего сделан более светосильным, чем съемочный объектив, и с фокусным расстоянием на 1,5 см короче, чем у съемочного объектива. Чтобы не повышать стоимости аппарата, визирный объектив сделан по типу ахроматической линзы, которая значительно дешевле анастигмата. Так как ахроматическая линза при таком большом относительном отверстии не может дать резкого изображения на всей поверхности верхней линзы видоискателя, целесообразно воспользоваться для наводки на резкость только центральной, т. е. наиболее резкой частью изображения. В остальном видоискатель аппарата Любитель действует, как обычный зеркальный видоискатель.

Для повышения точности наводки на резкость внутри шахты, заслоняющей верхнюю линзу видоискателя, имеется небольшая круглая лупа, укрепленная на откидывающейся стойке.

Аппарат Любитель рассчитан на съемку с расстояний от 1,3 м до бесконечности. Шкала расстояний нанесена на оправу визирного объектива. В одной из боковых стенок корпуса аппарата имеется гнездо, прикрывающееся заслонкой для хранения двух светофильтров. В задней стенке имеется окно (глазок) для наблюдения за переводом пленки. Окно защищено заслонкой.

Корпус аппарата Любитель изготовлен из черной пластмассы, что обеспечивает точность, весьма приятный внешний вид и долговечность аппарата при сравнительно небольшой стоимости.

Аппарат рассчитан на широкие круги фотолюбителей.

В комплект аппарата входит приемная катушка для роликовой пленки, гибкий спусковой тросик, крышка (общая для двух объективов), кожаный наплечный ремень, прикрепленный к двум кольцам на корпусе аппарата, и руководство к пользованию. Аппарат с принадлежностями упаковывается в плотную картонную коробку и пломбируется.

Фотоаппарат Москва-2 (рис. 68) представляет собой складной пленочный аппарат формата 6×9 см.

Аппарат снабжен объективом Индустар-23 с $F = 110$ мм и с относительным отверстием 1 : 4,5. Объектив смонтирован в оправе с заводным центральным затвором Момент-1, работающим с выдержкой и со скоростями 1, $^1/_2$, $^1/_5$, $^1/_{10}$, $^1/_{25}$, $^1/_{50}$, $^1/_{100}$ и $^1/_{250}$ секунды. Регулирование скорости действия затвора производится большим рифленым кольцом, на обод которого нанесена шкала скоростей. Эту операцию следует производить только при спущенном затворе.

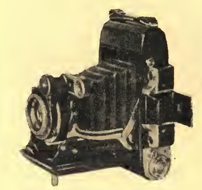


Рис. 68. Фотоаппарат Москва-2

Для взведения затвора служит заводной рычаг, а для приведения затвора в действие — спусковая кнопка, расположенная на боковой стенке корпуса аппарата и сблокированная с механизмом подачи пленки так, что затвор не может быть приведен в действие прежде, чем пленка не будет передвинута на один кадр. Это исключает возможность двукратной съемки на одном и том же участке пленки. Для наблюдения за переводом пленки в задней стенке корпуса аппарата имеется окно (глазок), закрытое красным целлулоидом и снабженное заслонкой.

Шкала диафрагмы расположена на корпусе затвора; шкала глубины резкости нанесена на оправу объектива.

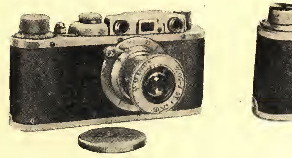
Наводка на резкость осуществляется с помощью дальномера с клиновым компенсатором (с вращающимися клиньями). Механизм компенсатора смонтирован в специальной рукоятке, которая для приведения дальномера в рабочее положение должна быть повернута на 180°.

Аппарат снабжен складным телескопическим видоискателем, укрепленным на боковой стенке корпуса.

Аппарат Москва-2 не имеет двойного растяжения меха и для репродукционных работ непригоден. Аппарат рассчитан на съемку с расстояния от 1,5 м до бесконечности и предназначен для опытных фотолюбителей и фоторепортеров.

В комплект фотоаппарата входит приемная катушка для пленки, гибкий спусковой тросик и руководство к пользованию. Комплект упаковывается в плотную картонную коробку и пломбируется.

Фотоаппараты ФЭД и Зоркий (рис. 69) конструктивно почти ничем не отличаются один от другого, если не считать мелких различий в конфигурации некоторых деталей, поэтому описание их целесообразно объединить.



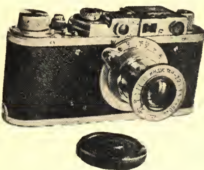


Рис. 69. Фотоаппараты ФЭД и Зоркий

Оба аппарата рассчитаны на применение нормальной (35-миллиметровой) перфорированной кинопленки и дают негативы формата 24×36 мм. Кассета аппаратов ФЭД и Зоркий вмещает отрезок пленки длиной 1,6 м, на котором умещается 36 кадров.

При наличии запасных кассет аппараты можно перезаряжать на свету, т. е. производить неограниченное количество снимков, не возвращаясь в темное помещение.

Основным нормальным объективом у аппарата ФЭД служит объектив ФЭД с $F = 50$ мм и относительным отверстием 1 : 3,5,

а у аппарата Зоркий — объектив Индустар-22 такого же типа и с такими же оптическими данными. Одинаково и внешнее конструктивное оформление обоих объективов.

Аппарат Зоркий выпускается также с объективом повышенной светосилы Юпитер-8 с относительным отверстием 1 : 2, с особо высокосветосильным объективом Юпитер-3 с относительным отверстием 1 : 1,5.

Шкала диафрагмы у основных объективов расположена на переднем кольце оправы объектива. Регулирование диафрагмы производится движком, расположенным рядом с передней линзой.

У светосильных объективов шкала диафрагмы расположена на самой оправе и регулируется рифленым кольцом. Шкала глубины резкости расположена у всех этих объективов на фланце оправы. Рядом с ней на неподвижном кольце расположена шкала расстояний, градуированная для расстояний от 1 м до ∞.

Аппараты ФЭД и Зоркий снабжены шторно-щелевым затвором. Регулирование скоростей моментального действия затвора достигается изменением ширины щели. Затвор автоматически отмеряет семь моментальных выдержек: $^1/_{20}$, $^1/_{30}$, $^1/_{40}$, $^1/_{60}$, $^1/_{100}$, $^1/_{200}$, $^1/_{500}$ секунды, а также работает с продолжительными выдержками. В аппаратах последних выпусков шкала затвора сградуирована в соответствии со стандартной шкалой ГОСТа; затвор отмеряет следующие моментальные выдержки: $^1/_{25}$, $^1/_{50}$, $^1/_{100}$, $^1/_{250}$ и $^1/_{500}$ секунды.

Регулирование скорости действия затвора производится поворотом диска-регулятора. Перестановку диска-регулятора следует производить только при взведенном затворе. Наводка на резкость осуществляется с помощью оптического дальномера.

Видоискатель у обоих аппаратов прямой телескопический, жесткой конструкции, рассчитанный на объективы с фокусным расстоянием в 50 мм.

Нижняя крышка корпуса съемная. Со стороны этой крышки производится зарядка аппарата. Верхняя крышка жестко связана с корпусом. На ней находятся видоискатель, дальномер, а также основные органы управления аппаратом: 1) головка перевода пленки, которая одновременно служит заводной головкой затвора; 2) лимб счетчика кадров, автоматически отмечающий количество сделанных снимков, что в любую минуту позволяет определить как число сделанных снимков, так и число кадров, имеющихся в запасе; 3) спусковая кнопка затвора; 4) выключатель механизма, транспортирующего пленку, применяемый при обратной перемотке пленки в кассету и в ряде других случаев; 5) диск-регулятор скоростей; 6) головка для обратной перемотки пленки в кассету.

Отмеривание пленки при ее передвижении производится автоматически. После перемещения пленки на один кадр головка

перевода останавливается. Для дальнейшего перевода пленки необходимо спустить затвор, т. е. произвести съемку. Такая блокировка исключает возможность двукратной съемки на одном и том же участке пленки.

Съемку можно производить и не вынимая камеры из футляра, а лишь откинув переднюю его стенку. Переходная штативная гайка футляра позволяет привинтить аппарат к штативу.

Специально для аппарата Зоркий выпускается три сменных объектива: Юпитер-9, Юпитер-11 и Юпитер-12, подробное описание которых приведено в главе II (см. стр. 65 и 66). Смена объективов производится вывинчиванием одного объектива и ввинчиванием на его место другого. Благодаря специальным устройствам в этих объективах, компенсирующих разницу в шаге при наводке на резкость, дальномерное устройство аппарата продолжает действовать при установке любого объектива, но видоискатель аппарата для этих объективов непригоден, поэтому для применения сменных объективов необходим специальный, так называемый универсальный видоискатель, описание которого приведено в главе V (см. стр. 151).

При подборе сменных объективов к аппарату Зоркий следует руководствоваться величиной рабочего расстояния объектива, указанного в его техническом паспорте. Необходимо, чтобы рабочее расстояние объектива совпадало с рабочим расстоянием аппарата, указанным в техническом паспорте аппарата. Расхождение в ту или другую сторону допускается в пределах 0,02 мм.

Установочная резьба и диаметр оправ объективов Зоркий и ФЭД одинаковы, однако рабочие расстояния у этих аппаратов разные, поэтому сменные объективы аппарата Зоркий хотя по резьбе и подходят к аппаратам ФЭД, но непригодны для последних и требуют специальной юстировки.

Аппараты ФЭД и Зоркий оснащены дальномерами с отражающей призмой, описание которых было приведено выше (см. стр. 79). Оба аппарата являются высокопрецизионными приборами и рассчитаны на весьма опытных фотолюбителей и фоторепортеров. В комплект этих аппаратов входит: кассета, гибкий спусковой тросик, переходная муфточка для него, кожаный футляр с наплечным ремнем и руководство к пользованию. Весь комплект упаковывается в плотную картонную коробку и пломбируется.

Аппарат Зоркий-3 (рис. 70) представляет собой более усовершенствованную модель аппарата Зоркий.

Отличительными особенностями этого аппарата являются следующие:

1) затвор аппарата дополнен механизмом для автоматического отмеривания выдержки в 1, $^1/_2$, $^1/_5$ и $^1/_{10}$ секунды, для чего на передней стенке корпуса установлен добавочный регулятор в

виде поворачивающегося диска с делениями. Скорости моментального действия затвора дополнены скоростью в $^1/_{1000}$ секунды и изменены в соответствии со стандартной шкалой ГОСТа, т. е. состоят из следующего ряда: $^1/_{25}$, $^1/_{50}$, $^1/_{100}$, $^1/_{250}$, $^1/_{500}$ и $^1/_{1000}$ секунды;

2) сварной корпус аппарата заменен литым с профилирующими ребрами жесткости и со съемной задней стенкой, что зна-

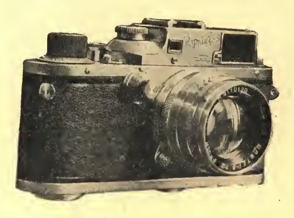


Рис. 70. Фотоаппарат Зоркий-3

чительно упрощает процесс зарядки аппарата и проверку точности юстирования сменных объективов;

3) дальномер аппарата объединен с видоискателем в одном общем окуляре, что позволяет объединить две операции — наводку на резкость и визирование — в одну и тем ускорить подготовку аппарата к съемке;

4) для фокусирования дальномера применительно к различному зрению аппарат снабжен устройством, позволяющим компенсировать недостатки зрения в пределах около ± 3 диоптрии. Аппарат Зоркий-3 укомплектовывается и упаковывается так же, как аппараты ФЭД и Зоркий.

Фотоаппарат Киев (рис. 71) — один из лучших советских малоформатных аппаратов. Аппарат рассчитан на применение нормальной кинопленки и дает негативы формата 24×36 мм.

Основным нормальным объективом аппарата является **Юпитер-8** с $F = 50$ мм относительным отверстием 1 : 2, который может быть заменен другим нормальным объективом повышенной светосилы — Юпитер-3 с $F = 50$ мм и относительным отверстием 1 : 1,5. Оптические схемы этих объективов приведены на рис. 41 и 42 (см. стр. 64). Конструктивно эти объективы отличаются от объективов аппарата Зоркий своими оправами и способом укреп-

ления на камере. Они укрепляются в кольце штыковым замком и могут быть быстро сняты для замены другим объективом.

Шкала расстояний основного объектива расположена на фланце объективного кольца. Рядом с ней находится шкала глубины резкости.



Рис. 71. Фотоаппарат Киев

Камера снабжена шторно-щелевым затвором, шторка которого в отличие от шторки затворов аппаратов ФЭД и Зоркий перемещается сверху вниз и состоит из узких металлических полосок, шарнирно скрепленных друг с другом. Затвор работает с продолжительной выдержкой, а также отмеряет автоматически следующие моментальные выдержки: $^{1}/_{2}$, $^{1}/_{5}$, $^{1}/_{10}$, $^{1}/_{25}$, $^{1}/_{50}$, $^{1}/_{125}$, $^{1}/_{250}$, $^{1}/_{500}$ и $^{1}/_{1250}$ секунды. Кроме того, аппарат снабжен автопуском, автоматически приводящим затвор в действие через 15 секунд после включения автопуска.

Регулирование скорости действия затвора производится с помощью заводной головки, которая одновременно служит и для перевода пленки. В центре заводной головки помещается спусковая кнопка затвора.

Для съемки с помощью автопуска следует взвести затвор, а затем повернуть рычаг автоспуска влево (против часовой стрелки) доотказа. Чтобы привести в действие автоспуск, надо отвести спусковую кнопку в сторону, указанную на ней стрелкой.

Холостой ход автопуска длится 15 секунд. Рычаг автопуска медленно возвращается в исходное положение. Это позволяет следить за наступлением момента съемки.

При установке затвора на деление В и применении автопуска затвор работает с выдержкой, которая у различных экземпляров аппаратов колеблется от 1 до 3 секунд.

Перевод пленки и взведение затвора сблокированы, благодаря чему исключается возможность двукратной съемки на одном участке пленки. Обе операции (перевод пленки и взведение затвора) осуществляются одновременно поворотом заводной головки. Рядом с головкой перевода пленки находится дугообразное окно, под которым помещается диск счетчика кадров.

Наводка на резкость осуществляется с помощью оптического дальномера, сопряженного с объективом, и достигается вращением рифленого колеса, автоматически запирающегося рычажком при установке объектива на бесконечность.

База дальномера, т. е. расстояние между осями зрения у аппарата Киев равна 90 мм (у аппаратов ФЭД и Зоркий она равна 38 мм), что значительно повышает точность действия дальномера и наводки на резкость.

Футляр аппарата сконструирован так, что при желании можно производить съемку, не вынимая аппарата из футляра. Видоискатель и дальномер объединены в одном окуляре. Корпус аппарата снабжен съемной задней стенкой. Для аппарата Киев выпускаются такие же сменные объективы, как и для аппаратов Зоркий, т. е. Юпитер-9, Юпитер-12 и Юпитер-11.

Чтобы сменить в аппарате Киев основной объектив, надо привести его в положение наводки на бесконечность, затем нажать на защелку объектива так, чтобы она освободила маленький выступ красного цвета, а затем повернуть объектив вправо до совпадения этого выступа с красной точкой на защелке. После этого объектив может быть вынут.

Установка основного объектива производится в обратном порядке: объектив вставляют в аппарат так, чтобы указанные красные точки совпали, после чего поворачивают его влево до укрепления на защелке. Для укрепления основного объектива служит штыковое кольцо, расположенное в глубине; для установки сменных объективов служит наружное кольцо. Установка сменных объективов производится так же, как установка основного.

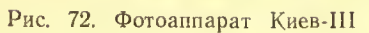
При работе со сменными объективами наводка на резкость производится вращением самих объективов, так как колесо наводки основного объектива при этом автоматически выключается. При работе со сменными объективами необходимо применение универсального видоискателя (см. стр. 151).

Аппарат Киев является весьма точным, прецизионным прибором. Аппарат можно рекомендовать только опытным фотографам.

В комплект аппарата входят кассета, кожаный футляр с наплечным ремнем, гибкий спусковой тросик и руководство к пользованию. Комплект упаковывается в коробку из плотного картона и пломбируется.

Фотоаппарат Киев-III (рис. 72) представляет собой новейшую модель аппарата Киев, отличающуюся от предыдущей наличием фотоэлектрического экспонометра (прибора для определения выдержки), смонтированного на верхней крышке аппарата.




Рис. 72. Фотоаппарат Киев-III

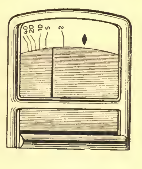


Рис. 73. Шкала фотоэлектрического экспонометра аппарата Киев-III

Поскольку сам аппарат конструктивно не отличается от обычной модели и снабжен тем же объективом, на описании его мы останавливаться не будем.

Экспонометр состоит из фотоэлемента, весьма чувствительного гальванометра, реостата и калькулятора. В нерабочем состоянии окно фотоэлемента закрыто заслонкой.

В крышке экспонометра имеется окно, сквозь которое видна шкала гальванометра с условными числами 40, 20, 10, 5, 2 и значком в виде маленького ромба (рис. 73). Вдоль шкалы скользит стрелка гальванометра, которая при закрытой заслонке фотоэлемента расположена за делением 40.

Калькулятор, состоящий из трех шкал, расположен рядом с корпусом экспонометра. Рифленая головка, расположенная в верхней части калькулятора, служит для обратной перемотки пленки.

Для определения выдержки следует, вращая рифленое кольцо шкалы чувствительности пленки, установить в вырезе цифру, соответствующую чувствительности применяемой пленки.

После этого надо открыть заслонку фотоэлемента и направить аппарат на фотографируемый предмет. Стрелка гальванометра при этом отклонится и займет определенное положение. Тогда, вращая рифленое кольцо реостата, подводят острие стрелки гальванометра к значку ◇. После совпадения стрелки с этим значком можно прочесть искомую выдержку на шкале выдержек калькулятора. Цифра, показывающая выдержку, рас-

положена под числом шкалы диафрагм, соответствующим применяемой диафрагме.

При недостаточно ярком освещении стрелка гальванометра не доходит до значка ◇. В этом случае кольцо реостата следует доотказа повернуть против часовой стрелки. Цифра шкалы, против которой остановится стрелка гальванометра, явится множителем, показывающим, во сколько раз следует увеличить выдержку, полученную на шкале калькулятора. Так, если на шкале калькулятора получилась выдержка $^1/_{250}$ секунды, а стрелка гальванометра остановилась против цифры 10, то искомая выдержка будет равна $^1/_{25}$ секунды.

Для быстрого расчета выдержки к аппарату прилагается расчетная табличка.

Фотоэлектрический экспонометр чувствителен к толчкам и сотрясениям, поэтому обращаться с ним следует осторожно. Аппарат Киев-III рассчитан на тот же круг покупателей, что и аппарат Киев. Комплекты обеих моделей и упаковка также одинаковы.

Фотоаппарат Зенит (рис. 74) — особый тип зеркального фотоаппарата. Важным преимуществом зеркальных аппаратов,

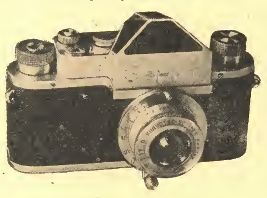


Рис. 74. Фотоаппарат Зенит

является то, что фотограф видит изображение фотографируемых предметов не в отдельном приборе — видоискателе, а с помощью основного объектива аппарата. Этим достигается совершенно точное визирование, чего нельзя достигнуть обычными видоискателями.

Другое преимущество зеркальных аппаратов заключается в том, что изображение на матовом стекле получается не перевернутым, а прямым, что значительно облегчает решение композиционных задач. Однако наряду с этими достоинствами зеркальные аппараты обладают и двумя существенными недостатками.

Первый из них заключается в том, что изображение на матовом стекле хотя и получается прямым, т. е. неперевернутым, однако оно зеркально обращено, что сильно затрудняет съемку движущихся объектов. Второй недостаток состоит в том, что для наблюдения за изображением на матовом стекле сверху, камеру приходится спускать до уровня груди, что весьма неблагоприятно сказывается на передаче перспективы.

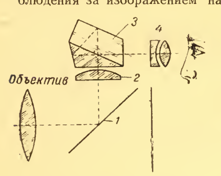


Рис. 75. Схема оптической системы фотоаппарата Зенит

Оба эти недостатка устранены в аппарате Зенит. Схема оптической системы этого аппарата приведена на рис. 75.

Кроме элементов обычной зеркальной камеры—зеркала 1 и матового стекла с увеличивающей лупой 2 — в аппарате Зенит установлена так называемая крышеобразная призма 3 и двухлинзовый окуляр 4. При опущенном зеркале изображение получается на матовой поверхности плосковыпуклой линзы 2, заменяющей собой матовое стекло и лупу. С помощью зеркала это изображение перевертывается в одной плоскости, т. е., как было сказано, становится прямым; с помощью же крышеобразной призмы 3 изображение перевертывается во второй, взаимно перпендикулярной плоскости; одновременно плоскость изображения поворачивается на 90° из горизонтального положения в вертикальное и может рассматриваться не сверху, а сзади. Таким образом, видимое в окуляр изображение становится прямым во всех направлениях и может рассматриваться с уровня глаза.

В остальном техническое оснащение аппарата Зенит аналогично аппарату Зоркий, на базе которого он и сконструирован. Оптико-фотографические данные аппаратов Зенит и Зоркий и формат даваемых ими снимков одинаковы. На аппарате Зенит могут быть установлены те же объективы, какие предназначены для аппаратов Зоркий и Зоркий-3, причем точность юстирования объективов в аппарате Зенит уже не имеет существенного значения, так как наводка на резкость осуществляется с помощью самого объектива. В качестве основного объектива на аппарате Зенит установлен Индустар-22 с фокусным расстоянием в 50 мм и относительным отверстием 1 : 3,5.

В комплект аппарата входят: кассета, гибкий спусковой тросик, переходная муфточка к нему, кожаный футляр с наплечным ремнем и руководство к пользованию.

7. Маркировка, паспортизация и упаковка фотоаппаратов

На каждом фотоаппарате должны быть обозначены порядковый номер, наименование и марка завода. К каждому аппарату прилагается технический паспорт, в котором, кроме наименования аппарата и предметов, входящих в комплект аппарата, указаны: его формат, род негативного фотографического материала, на который аппарат рассчитан, дата выпуска аппарата, наименование и основные характеристики объектива, установленного на аппарате (относительное отверстие, фокусное расстояние, рабочее расстояние, численные данные о разрешающей способности объектива и порядковый номер объектива). Кроме того, к паспорту прилагается талон с указанием ОТК завода о годности аппарата.

Полный комплект, т. е. аппарат и все принадлежности к нему, упаковывается в плотную картонную коробку и пломбируется. В коробке должен быть талон с подписью или номером упаковщика и датой упаковки.

Для транспортирования запломбированные коробки по нескольку штук обертываются влагонепроницаемой бумагой, затем плотной бумагой и укладываются в деревянные ящики, выложенные изнутри водонепроницаемым листовым материалом. Количество аппаратов в ящике не нормируется.

Ящики обиваются проволокой или металлической лентой и пломбируются. На ящиках должны быть несмываемые надписи: «Осторожно», «Оптические приборы», «Не бросать».

8. Качественная проверка фотоаппаратов

Проверка качества фотографических аппаратов требует от бракера достаточного знакомства с конструкцией аппаратов и с правилами обращения. Если бракер не обладает этими знаниями, он должен предварительно ознакомиться с устройством аппарата. Необходимые для этого сведения приведены в руководстве к пользованию, прилагаемом к аппарату. Проверке подвергается каждый аппарат, поступивший в торговую сеть.

Проверка начинается с наружного осмотра аппарата. Объектив аппарата подвергается осмотру согласно указаниям, приведенным в главе II (стр. 69). Затем осматриваются другие оптические детали аппарата: видоискатель, дальномер, лупа для наводки и т. п. На этих деталях не должно быть пыли, следов чистки, подтеков, частиц замазки и жировых налетов, видимых невооруженным глазом. В пределах, допускаемых конструкцией этих деталей, они просматриваются на просвет.

В аппаратах, снабженных дальномерами, зеркало дальномера должно иметь светоделительное покрытие, обеспечивающее одинаковую яркость обоих изображений. Все просматриваемые детали дальномера должны быть чистыми, без пятен, царапин, пожелтений и других дефектов.

После осмотра оптических деталей тщательно осматривают все прочие детали. Оклейка корпуса и других деталей аппарата дожна быть ровной, без царапин, складок, вздутий и других дефектов. Антикоррозийные покрытия металлических деталей должны быть прочными, одинаковыми по всей поверхности покрытия, без пятен, царапин и пропусков. Окрашенные детали должны иметь ровный слой краски одного цвета, без подтеков, пузырей, бугров и трещин. На наружных поверхностях металлических деталей не должно быть следов коррозии, раковин и других повреждений.

Все надписи, указательные стрелки и деления шкал должны быть четкими с равномерным штрихом. Детали аппарата не должны иметь вмятин, забоин, выступов, заусениц, острых граней и других дефектов.

После осмотра аппарата производят проверку точности его сборки и взаимодействия его частей.

Все установочные и крепежные винты должны быть завернуты доотказа. Шлицы винтов должны быть ровными, без повреждений (сорванные резьбы и шлицы совершенно не допускаются). Фотоаппарат должен быть собран чисто и аккуратно. Внутри аппарата не должно быть пыли, частиц лака, стружки и т. п.

Все трущиеся части механизмов аппарата должны быть смазаны. Рычаги и другие детали управления механизмами аппарата должны двигаться плавно, без заеданий.

Затем проверяется правильность юстировки объектива с камерой и с дальномером (если таковой имеется). На заводах эта операция производится с помощью специального прибора, однако с достаточной точностью можно проделать это и без прибора. В пластиночных аппаратах правильность юстировки проверяется следующим способом: объектив аппарата открывают и, направив его на какой-либо далекий предмет (не ближе 40—50 мм), производят наводку на резкость по матовому стеклу (лучше с помощью лупы). При точной наводке указатель наводки должен совпасть с делением ∞ шкалы расстояний. Затем объектив направляют на предмет, расположенный на расстоянии, соответствующем противоположному крайнему делению шкалы расстояний, т. е. на предельно малое расстояние, на которое рассчитан объектив, и снова производят наводку на резкость. Указатель наводки должен при этом совпасть с соответствующим данному расстоянию делением.

Такой проверки по двум крайним пределам шкалы расстояний обычно бывает вполне достаточно для проверки юстировки.

В аппаратах, снабженных дальномером, наводка на резкость производится с помощью дальномера. Этим устанавливается и точность юстировки объектива с дальномером.

После этого проверяется правильность действия затвора аппарата, для чего действие затвора пробуют на различных скоростях. Само собой разумеется, что такая проверка позволяет лишь убедиться в том, что механизм затвора исправен, однако не дает возможности судить о степени точности действия затвора; без специальных приборов или приспособлений определить точность действия затвора невозможно. Приближенно же можно это проделать на слух, руководствуясь тем, что при моментальном действии затвора на скоростях от $^1/_{10}$ до $^1/_{50}$ секунды ухо должно различать два раздельных щелчка, а при более коротких моментах (от $^1/_{100}$ секунды и меньше) оба щелчка должны слиться в один.

Проверив затем плавность хода и исправность оправы объектива, диафрагмы, кремальеры и других подвижных частей аппарата, складывают его (если аппарат складной); складывают и другие детали (стенки шахты, рамки видоискателя и др.) и проверяют надежность запирающих их устройств.

ГЛАВА IV

СВЕТОЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ ФОТОМАТЕРИАЛЫ

1. Краткая технология изготовления светочувствительных материалов

Светочувствительными фотографическими материалами называются материалы, покрытые светочувствительным слоем и предназначенные для получения на них фотографических изображений. Различают фотографические материалы на прозрачной и непрозрачной подложках.

В зависимости от подложки фотографические материалы подразделяются на фотопластинки (на стеклянной подложке), фотопленки (на целлулоидной подложке и фотобумагу (на бумажной подложке).

Фотографические материалы, предназначенные для получения негативных изображений, называются негативными и изготовляются только на прозрачной подложке (негативные фотографические пластинки и пленки). Материалы, предназначенные для получения позитивных изображений, называются позитивными и изготовляются как на прозрачной подложке (диапозитивные фотографические пластинки и позитивные фотографические пленки), так и на непрозрачной подложке (фотографические бумаги).

В зависимости от назначения различают фотографические материалы для черно-белой и цветной фотографии.

Основными компонентами для изготовления светочувствительных эмульсий являются желатина и галоидные соли серебра. Кроме этих основных компонентов, в различные эмульсии вводят различные дополнительные компоненты с тем, чтобы придать эмульсиям заданные химические и физические свойства.

Желатина является отличным связующим веществом, весьма удобным для нанесения эмульсии на подложку. Кроме того, она хорошо удерживает зерна галоидных солей серебра, не давая им слипаться в комки, отлично сохраняется в течение длительного времени, не изменяя ни своих свойств, ни фотографических свойств эмульсии и не оказывая вредного влияния на эти свойства. В размоченном состоянии она проницаема для фотографиче-

ских растворов, а после обработки и сушки возвращается в свое первоначальное состояние прочного, отлично сохраняющегося слоя.

Наряду с указанными физическими свойствами желатина обладает и рядом весьма ценных для фотографии химических свойств.

Среди веществ, содержащихся в желатине, имеются в небольших количествах сернистые соединения, обладающие так называемой сенсибилизирующей способностью, т. е. способностью повышать светочувствительность эмульсии.

В общих чертах процесс изготовления бромосеребряных фотографических эмульсий состоит в следующем: желатину заливают водой и оставляют до полного набухания, после чего разжижают подогреванием. В полученный раствор желатины вводят бромистый калий или бромистый аммоний и небольшое количество иодистого калия. После этого с определенной скоростью при тщательном перемешивании вливают раствор азотнокислого серебра, иногда аммиачной окиси серебра (для аммиачного метода). В результате этого процесса, называемого эмульсификацией, происходит выпадение бромистого серебра. Введение в эмульсию раствора азотнокислого серебра и все дальнейшие операции проводятся при соответствующем, неактиничном, т. е. действующем на эмульсию, освещении.

Полученный раствор подвергается подогреванию, во время которого происходит перекристаллизация зерен бромистого серебра (увеличение их размеров за счет растворения мелких зерен). Процесс этот носит название первого, или физического созревания.

После окончания этого процесса к раствору добавляют такое количество желатины, чтобы эмульсия, охлаждаясь, превратилась в прочный студень. Далее эмульсию путем продавливания через специальную режущую решетку измельчают на «червяки» и в таком виде тщательно промывают для удаления остатков избыточно взятых солей и аммиака (если последний был введен в эмульсию).

Промытая эмульсия вновь подвергается подогреванию. Происходит второе, так называемое химическое, созревание эмульсии. Если до промывки эмульсия обладает еще малой светочувствительностью и контрастностью, то в процессе второго созревания кристаллы бромистого серебра соединяются с сенсибилизирующими веществами желатины, и светочувствительность эмульсии значительно возрастает. Увеличивается также и контрастность.

По истечении необходимого времени повышение светочувствительности прекращается и операцию заканчивают, так как дальнейшее ведение процесса приводит к значительному увеличе-

нию вуали. Эмульсию охлаждают, измельчают и до момента полива хранят в холодильниках.

Кроме перечисленных основных веществ в эмульсию в тех или иных стадиях ее изготовления вводится ряд дополнительных веществ, а именно: дубители (обычно хромовые квасцы или уксусно-кислый хром) — для придания светочувствительному слою бо́льшей прочности и температурной стойкости; пластификаторы — вещества, понижающие поверхностное натяжение эмульсии и облегчающие ее полив (для этой цели применяется обычно глицерин); антисептики — вещества, предохраняющие эмульсию от заражения бактериями и разложения (например, хлоркрезол и др.) и, наконец, оптические сенсибилиза́торы — вещества, сообщающие эмульсии светочувствительность к длинноволновой зоне спектра (в качестве оптических сенсибилизаторов применяются некоторые органические красители в весьма небольших дозах). При изготовлении эмульсии для цветных фотоматериалов в нее вводят соответствующую цветную компоненту.

Изготовленная описанным способом эмульсия применяется в производстве высокочувствительных негативных фотоматериалов. Для изготовления позитивных материалов применяются малочувствительные бромосеребряные, либо хлоробромосеребряные эмульсии, содержащие смесь хлористых и бромистых солей, либо хлоросеребряные эмульсии, содержащие хлористые соли.

Готовая эмульсия содержит обычно по весу около 6% сухой желатины и 4% галоидного серебра. Толщина слоя при поливе на подложку у негативных эмульсий примерно 0,3 мм, у позитивных — 0,1 мм. После высыхания слоя толщина его значительно уменьшается.

В каждом квадратном метре готовых негативных материалов содержится от 12 до 15 г серебра, а в позитивных — от 1,5 до 8 г.

Полив эмульсии на ту или иную подложку совершается с помощью специальных поливных машин при соответствующем неактиничном освещении, либо в полной темноте.

Перед поливом эмульсию разжижают подогреванием. После полива ее высушивают на подложке с соблюдением специального температурного режима.

Толщина сухого светочувствительного слоя равна примерно 0,025 мм на пленках, 0,015 мм на пластинках и 0,008 мм на бумагах.

В этом тончайшем слое зерна-кристаллы галоидного серебра распределяются в 20—40 слоев. В каждом квадратном миллиметре слоя содержится от полумиллиона до пяти миллионов зерен-кристаллов.

Величина зерна-кристалла колеблется от долей микрона до 5 микронов.

Для придания негативным материалам более универсальных свойств часто наносят не один, а два эмульсионных слоя — сначала менее чувствительный и мелкозернистый, а поверх него более чувствительный. Кроме того, для защиты эмульсионного слоя от внешних воздействий поверх эмульсии часто наносят еще один тонкий защитный слой желатины, улучшающий некоторые фотографические свойства светочувствительных слоев.

Так как целлулоидная подложка пленок не проводит электрического тока, то во время перемотки пленок на подложке вследствие трения накапливается электрический заряд, который при разряде дает искру. Последняя вызывает своеобразную засветку эмульсионного слоя, по форме напоминающую разряд молнии.

Для предупреждения возникновения таких разрядов на оборотную сторону целлулоидной подложки обычно наносят еще один противоразрядный слой лака, который, накапливая на себе электрический заряд противоположного знака, снимает заряд с целлулоидной подложки. Этот же слой лака предохраняет пленку от свертывания в сторону эмульсии. Наконец, для устранения так называемых **о р е о л о в** фотографические пластинки до полива на них эмульсии покрывают слоем желатины, содержащей перекись марганца. Этот слой обесцвечивается во время

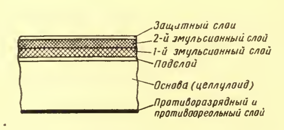


Рис. 76. Строение негативной пленки

обработки в проявителе или фиксаже, либо вымывается во время промывки негативов.

У пленок противоореольным слоем обычно служит задний, противоразрядный, слой, который окрашивается специальным красителем и обесцвечивается в процессе проявления и фиксирования.

На рис. 76 схематически показано строение современной негативной пленки в сильно увеличенном виде.

2. Свойства фотографических материалов

Кроме светочувствительности, фотографические материалы обладают еще рядом других свойств. Показателями таких свойств являются: максимальная оптическая плотность, контрастность, фотографическая широта, зернистость и связанная с нею разрешающая способность, оптическая плотность вуали и цветочувствительность.

Определением количественных показателей этих свойств занимается специальная наука — сенситометрия, сущность и методы которой будут рассмотрены дальше (см. стр. 114).

Светочувствительность. Светочувствительностью фотографических материалов называется способность светочувствительного слоя в бо́льшей или ме́ньшей степени реагировать на действие света. Действие это, как известно, выражается в почернении освещенного светочувствительного слоя в проявителе.

Практическое значение светочувствительности заключается в том, что при прочих равных условиях съемки более светочувствительные негативные материалы позволяют получить удовлетворительный негатив при ме́ньшей выдержке, чем менее светочувствительные, а также производить съемку при таких неблагоприятных условиях освещения, при которых съемка на материалах низкой чувствительности может оказаться невозможной.

Аналогично практическое значение светочувствительности и позитивных материалов. Чем выше светочувствительность фотографической бумаги, тем ме́ньшей выдержки она требует при печати.

Степень светочувствительности фотографических материалов зависит от состава эмульсии и метода ее изготовления.

Наибольшей светочувствительностью обладают бромосеребряные эмульсии, затем следуют хлоробромосеребряные и, наконец, хлоросеребряные эмульсии.

Изменением состава и метода приготовления эмульсии могут быть получены светочувствительные материалы самой различной степени светочувствительности.

Максимальная оптическая плотность. Степень почернения освещенного светочувствительного слоя в проявителе характеризуется его прозрачностью, т. е. светопропускной способностью. Если слой поглощает половину падающего на него света, то прозрачность его равна $^1/_2$. Если слой поглощает $^9/_{10}$ света и только $^1/_{10}$ пропускает, то прозрачность такого слоя будет равна $^1/_{10}$ и т. д.

Можно характеризовать степень почернения и величиной обратной прозрачности, т. е. непрозрачностью. Например, если

прозрачность слоя равна $^1/_{10}$, то непрозрачность его равна $\frac{10}{1}$ = 10, при прозрачности в $^1/_{100}$ непрозрачность будет равна 100.

Степень непрозрачности фотографического слоя характеризует о п т и ч е с к у ю п л о т н о с т ь слоя.

Максимальной оптической плотностью является та наибольшая возможная оптическая плотность, которую способен образовать светочувствительный слой фотографического материала.

Максимальная оптическая плотность определяется тем наибольшим количеством металлического серебра, которое может отложиться в фотографическом слое в результате воздействия света и проявителя, и зависит от количества воздействовавшего света, степени проявленности слоя, а также и от количества галоидного серебра, содержащегося в светочувствительном слое. Однако она зависит и от структурных особенностей светочувствительного слоя: величины зерен-кристаллов галоидного серебра, их расположения в слое и т. д. Чем меньше величина зерен, тем бóльшую оптическую плотность может дать светочувствительный слой. Закономерно поэтому, что менее светочувствительные фотографические материалы, отличающиеся мéньшей величиной зерен-кристаллов, обладают бóльшей максимальной оптической плотностью.

Максимальная оптическая плотность негативных материалов характеризует способность их правильно воспроизводить наиболее яркие части фотографируемого объекта.

Фотографическая вуаль. Если на некоторое время в полной темноте погрузить в проявитель не подвергавшуюся освещению фотопластинку или пленку, то можно обнаружить некоторое потемнение светочувствительного слоя.

Это доказывает, что под действием проявителя происходит восстановление металлического серебра не только в освещенных кристаллах галоидного серебра, но и в кристаллах, не подвергавшихся действию света. Процесс этот протекает весьма медленно, однако некоторое почернение слоя обнаруживается и в течение нормального времени проявления. Почернение это носит название ф о т о г р а ф и ч е с к о й в у а л и.

Вуаль, покрывая фотографическое изображение, лишает его чистоты и контрастности или, как говорят фотографы, «сочности». Вредное влияние вуали особенно сильно сказывается в наиболее светлых местах изображения.

Вуаль — явление неизбежное. В бóльшей или мéньшей степени вуаль свойственна всем фотографическим материалам; но если она не превышает допустимых норм, то материал годен для употребления.

Возникновение вуали обусловливается качеством исходных химических веществ, идущих на изготовление эмульсии, режи-

мом изготовления эмульсии, влиянием посторонних примесей, могущих попасть в эмульсию в процессе ее изготовления, и рядом других причин.

Плотность вуали свежих фотографических материалов обычно связана со степенью их светочувствительности: чем выше светочувствительность, тем обычно сильнее и вуаль.

Наибольшая вуаль свойственна высокочувствительным негативным пластинкам и пленкам. У диапозитивных пластинок и позитивных пленок она значительно меньше, а у фотографических бумаг вуаль настолько незначительна, что может считаться практически отсутствующей (во всех случаях имеются в виду свежие фотографические материалы).

Существенное влияние на величину вуали оказывают условия и время хранения фотографических материалов. При хранении этих материалов в неблагоприятных условиях вуаль быстро возрастает. Возрастает она и при слишком длительном хранении материалов даже и при строгом соблюдении условий и правил хранения[1], поэтому на упаковке фотографических материалов всегда проставляется дата выпуска их в свет, либо дата предельного срока их годности.

В негативных фотографических материалах вуаль, таким образом, определяет степень предельной прозрачности негативов, а в фотобумаге — степень белизны наиболее светлых частей отпечатка.

Контрастность. Одной из технических задач фотографии является такое воспроизведение объекта съемки, при котором фотографический снимок правильно передает соотношение различных яркостей объекта съемки.

Однако не все фотографические пластинки и пленки в одинаковой степени отвечают этому требованию. Одни из них способны передавать яркости объекта точно, или нормально, другие — с той или иной степенью отклонения от нормальной передачи.

Способность фотографического материала передавать разницу в яркостях различных частей фотографируемого объекта с бо́льшей или ме́ньшей степенью различия называется к о н т р а с т н о с т ь ю.

В зависимости от состава светочувствительной эмульсии и метода ее изготовления могут быть получены светочувствительные материалы различной степени контрастности, причем степень контрастности связана со степенью светочувствительности: чем выше светочувствительность материала, тем обычно ниже его контрастность.

---

[1] Условия и правила хранения фотографических материалов см. на стр. 178.

Применением материалов различной контрастности можно в широкой степени изменять характер изображения сфотографированных объектов, достигая необходимого эффекта.

В зависимости от степени контрастности светочувствительные материалы подразделяются на особо мягкие, мягкие, нормальные, контрастные, особо контрастные и сверхконтрастные. Соответствующие обозначения делаются на упаковке этих материалов.

Фотографическая широта. Разница между наиболее светлым и наиболее темным участками фотографируемого объекта определяет так называемый интервал яркостей объекта, который можно выразить отношением яркости наиболее темной части объекта (принимаемой за единицу) к яркости наиболее светлой его части или наоборот. Это отношение называют также широтой или контрастом объекта.

Так, если наиболее светлый элемент объекта в 100 раз ярче наиболее темного его элемента, то интервал яркостей выразится отношением 1 : 100 или просто числом 100.

Существенно важной является способность фотографического материала правильно передавать весь интервал яркостей фотографируемого объекта. Способность эта характеризуется так называемой фотографической широтой. Чем больше фотографическая широта материала, тем бо́льший интервал яркостей объекта такой материал может правильно воспроизвести.

Современные негативные материалы (особенно кинопленки) обладают фотографической широтой, достаточной для правильного воспроизведения большинства объектов, встречающихся в практике.

Фотографическая широта обычно связана со степенью светочувствительности и контрастности материала. Чем выше светочувствительность и меньше контрастность, тем фотографическая широта больше.

Позитивные материалы, отличающиеся ме́ньшей светочувствительностью и более высокой контрастностью, чем негативные, обладают ме́ньшей фотографической широтой.

Разрешающая способность и зернистость. Разрешающей способностью фотографического слоя называется способность слоя к воспроизведению мельчайших деталей фотографируемого объекта. Чем выше разрешающая способность фотографического слоя, тем ме́ньшие по размерам и тем бо́льшее количество деталей фотографируемого объекта такой слой может воспроизвести резко.

Разрешающая способность слоя в основном зависит от степени зернистости фотографического изображения, которая обусловлена зернистым строением самой фотографической эмульсии

и светочувствительного слоя, соединением отдельных эмульсионных зерен в комки в процессе проявления и возникновения вследствие этого более крупных, неопределенной формы крупиц серебра. Существенное значение имеет также многослойное расположение зерен в эмульсионном слое, вследствие чего зерна перекрывают одно другое, образуя в проекции большие скопления.

В отдельных случаях зернистость негативного изображения достигает такой степени, что становится заметной даже для невооруженного глаза. Еще более ощутимой она становится по мере увеличения фотографических снимков.

Проблема уменьшения зернистости фотографического изображения приобрела особо важное значение с широким внедрением в практику малоформатных аппаратов (ФЭД, Киев и др.), негативы которых, как правило, требуют значительных увеличений.

С уменьшением зернистости эмульсии по существу решается также задача повышения ее разрешающей способности. Более высокочувствительным эмульсиям свойственна вообще бо́льшая зернистость, однако благодаря применению особых методов изготовления фотографических материалов удалось получить высокочувствительные и вместе с тем весьма мелкозернистые негативные пленки.

Следует сказать, что на все перечисленные выше свойства фотографических материалов — светочувствительность, максимальную оптическую плотность, фотографическую вуаль, контрастность, фотографическую широту, разрешающую способность и зернистость — весьма существенное влияние оказывают методы проявления и применение различных проявителей.

Цветочувствительность. Говоря о воздействии света на светочувствительный фотографический слой, обычно имеют в виду белый дневной свет, т. е. воздействие всех цветных излучений, из которых состоит дневной свет.

Однако в практической съемке почти всегда приходится иметь дело с объектами, имеющими самую разнообразную окраску, а это значит, что на светочувствительный слой воздействует не только белый свет, но и отдельные цветные излучения.

Характер воздействия этих излучений на фотографический слой имеет весьма важное практическое значение, так как в прямой зависимости от этого находится воспроизведение яркости различных цветов на черно-белом фотоснимке. Все огромное богатство цветов и красок природы передается на таком снимке черно-белой шкалой тонов. Зрительное впечатление, производимое фотографическим снимком, существенно зависит от того, насколько эти тона совпадают с визуальным впечатлением, производимым цветами самой натуры.

Физиологические исследования показывают, что наиболее ярким нашему глазу представляется зелено-желтый цвет; менее яркими такие цвета, как красный и синий, причем при соответствующем подборе эти два цвета могут оказаться зрительно одинаково яркими. Из числа цветов видимого спектра наименее ярким представляется фиолетовый цвет.

Совсем не так реагирует на действие цветных лучей фотографический слой.

Если на обыкновенной фотографической пластинке или пленке сфотографировать спектр или цветную таблицу, состоящую из главных цветов спектра, а затем с полученного негатива сделать фотографический отпечаток и сравнить его с оригиналом, то можно обнаружить, что различия в яркости цветов, наблюдаемые нами в натуре, значительно расходятся с различием тонов, воспроизводящих эти цвета на фотоснимке. Так, окажется, что визуально наиболее яркие желтые цвета переданы на снимке как достаточно темные, в то время как визуально темный фиолетовый цвет окажется на снимке весьма светлым. Визуально одинаково яркие синий и красный цвета на фотоснимке окажутся переданными с огромным различием: синий будет передан как очень светлый, а красный — как черный.

Такое несовпадение восприятия яркости цветов в натуре с передачей их на черно-белом фотоснимке приводит зрителя к неправильному, искаженному представлению о цветах сфотографированного объекта.

Цветочувствительность фотографических эмульсий обусловлена их природным избирательным поглощением световых излучений. Так, бесцветное хлористое серебро чувствительно только к коротковолновым фиолетовым и еще более коротковолновым невидимым ультрафиолетовым лучам спектра и нечувствительно ко всем остальным. Бромистое серебро, имеющее бледножелтую окраску, чувствительно, кроме того, к синим излучениям, но также нечувствительно ко всем остальным.

На рис. 77 графически показана относительная спектральная чувствительность бромосеребряного фотографического слоя по сравнению с цветовосприятием глаза. Из этого графика можно видеть, что максимум чувствительности такого слоя находится в ультрафиолетовой части спектра, соответствующей излучению с длиной волны приблизительно 350 мμ, в то время как максимальная визуальная яркость расположена в желто-зеленой части спектра и соответствует излучению с длиной волны приблизительно 560 мμ.

Устранение этого недостатка фотографической эмульсии достигается искусственным очувствлением ее к длинноволновой части спектра. Процесс этот носит название о п т и ч е с к о й с е н с и б и л и з а ц и и.

Способ оптической сенсибилизации эмульсий основан на введении в состав эмульсии в весьма небольших количествах некоторых органических красителей, сообщающих эмульсии чувствительность к тем цветным излучениям, которые эти красители поглощают. Применяемые для этой цели красители называются

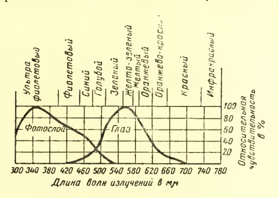


Рис. 77. Сравиение спектральиой чувствительиости фотослоя с цветовосприятием глаза

оптическими сенсибилизаторами, а эмульсии, содержащие эти красители, — сенсибилизированными эмульсиями.

Известен ряд оптических сенсибилизаторов, введением которых в состав бромосеребряной эмульсии можно придать ей тот или иной характер и степень сенсибилизации.

В настоящее время все негативные материалы для черно-белой фотографии, за исключением некоторых репродукционных материалов, сенсибилизируются; что касается позитивных материалов, то, поскольку объектом, подлежащим воспроизведению, является негатив, в котором цвета отсутствуют, оптическая сенсибилизация утрачивает свое значение, поэтому материалы эти не сенсибилизируются.

3. Сенситометрические испытания фотографических материалов на прозрачной подложке

Успешное и уверенное применение фотографических материалов невозможно без точных данных об их светочувствительности, контрастности и других основных свойствах. Метод измерения этих свойств носит название сенситометрического.

Сущность сенситометрического метода испытания фотографических материалов на прозрачной подложке заключается в сле-

дующем: испытуемую фотопластинку или пленку помещают в специальный прибор сенситометр, в котором с помощью особого приспособления — модулятора экспозиций, точно дозирующего количество света, сообщают нескольким рядом стоящим участкам испытуемого материала различные экспозиции, т. е. различные количества света, закономерно увеличивающиеся от одного участка к другому (например, вдвое).

Экспонированную пластинку (пленку) проявляют определенное время в строго термостатических условиях (т. е. в условиях постоянной температуры), для чего применяют специальные проявочные приборы.

Проявление ведется в свежем проявителе при непрерывном перемешивании раствора.

В результате экспонирования и проявления испытуемой пластинки или пленки получается полоска, состоящая из ряда участков с различной степенью почернения и называемая сенситограммой (рис. 78).

Далее с помощью специального прибора — денситометра измеряют оптическую плотность каждого участка сенситограммы. За единицу оптической плотности принимается плотность слоя с коэффициентом пропускания 0,1, т. е. пропускающего $^1/_{10}$ часть падающего на него света.



Рис. 78. Сенситограмма

Для удобства расчетов оптическая плотность выражается десятичным логарифмом величины, обратной коэффициенту пропускания.

Так, например, если коэффициент пропускания равен $^1/_{100}$, то оптическая плотность равна $\lg 100 = 2$.

Полученные в денситометре величины оптических плотностей в виде точек наносят на специальный сенситометрический график, на котором по горизонтальной оси через равные отрезки отложены экспозиции, сообщенные каждому участку сенситограммы, а по вертикальной оси — величины оптических плотностей. Нанесенные на график точки соединяют плавной кривой, которая носит название характеристической кривой (рис. 79).

Участок *АБ* характеристической кривой, соответствующий малым экспозициям, носит название области недодержек; прямолинейный участок *БВ*, соответствующий средним экспози-

циям, называется областью нормальных экспозиций или областью пропорциональной передачи; участок *ВГ*, соответствующий наибольшим экспозициям, называется областью передержек.

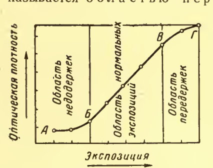


Рис. 79. Характеристическая кривая

Таким образом, влево от точки *А* расположены малые экспозиции, по величине своей недостаточные, чтобы вызвать какое-либо заметное почернение испытуемого слоя, а вправо от точки *Г* расположены экспозиции бóльшие, чем необходимо для получения максимальной оптической плотности.

Характеристическая кривая позволяет определить степень светочувствительности (общей и эффективной) испытуемого материала, степень или коэффициент его контрастности, величину максимальной оптической плотности, величину оптической плотности вуали и величину фотографической широты.

4. Сенситометрическая система ГОСТа

В конце 1951 г. в СССР был введен в действие новый метод общесенситометрического испытания фотографических материалов на прозрачной подложке — ГОСТ 2817—50. Испытание производится с помощью сенситометра ФСР-4, схематически показанного на рис. 80.

Поскольку фотографирование в большинстве случаев производится при дневном освещении, весьма важно создать в сенситометре освещение, подобное по своему спектральному составу дневному свету. Для этой цели в сенситометре применяется специальная лампа накаливания *1* с определенной цветовой температурой[1] (2850 ± 20°K) и специальный светофильтр искусственного солнечного света *2*, помещенный по ходу лучей перед лампой. Свет лампы, прошедший через светофильтр по своему спектральному составу, уподобляется дневному свету.

---

[1] Цветовой температурой называется температура абсолютно черного тела, при которой цвет излучения совпадает с цветом излучения данного температурного источника излучения. Таким образом цветовая температура характеризует излучение с качественной стороны и не предусматривает истинной температуры тела. Цветовая температура отсчитывается от абсолютного нуля, который по температурной шкале Цельсия равен —273°. Шкала абсолютной температуры выражается в градусах Кельвина (K°).

В случае испытания фотографических материалов, применяемых на практике при искусственном освещении (например, позитивных или репродукционных пластинок и пленок) светофильтр вынимают из своего гнезда и испытание проводят без него.

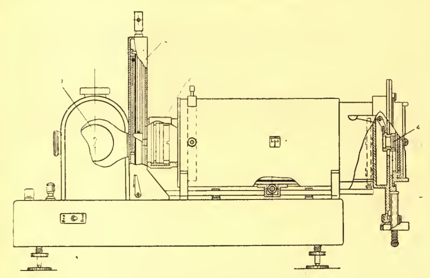


Рис. 80. Схема сенситометра ФСР-4

Сила света лампы должна быль достаточной для получения необходимого количества освещения и строго постоянной, для чего режим питания лампы непрерывно контролируется с помощью точных электроизмерительных приборов (вольтметра и амперметра).

Испытуемый материал экспонируется с помощью затвора *3* (со свободно падающей шторкой), расположенного строго вертикально между лампой и светофильтром. Время освещения, даваемое затвором, равно $^1/_{20}$ секунды, $\pm$ 1%. Для испытания низкочувствительных материалов затвор снабжен тормозящим устройством, увеличивающим время освещения до 10 и более секунд.

В качестве модулятора экспозиций в сенситометре ФСР-4 применен нейтрально серый ступенчатый оптический клин *4*, состоящий из 21 ступени.

Оптический клин представляет собой плоскопараллельную прозрачную пластинку, покрытую окрашенным слоем, например, желатиной, окрашенной коллоидным графитом, с постепенно убывающей (от одного конца к другому) плотностью окраски (рис. 81,а).

Ступенчатый оптический клин (рис. 81,б) отличается от непрерывного тем, что изменение оптических плотностей происходит в нем не непрерывно, а ступенями, при этом в закономерно возрастающем (от одного конца к другому) порядке.

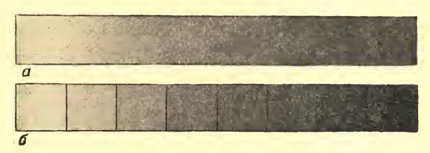


Рис. 81. Оптический клин: а) непрерывный, б) ступенчатый

Постоянная клина, применяемого в сенситометре ФСР-4 т. е. разность оптических плотностей каждых двух соседних полей клина, составляет 0,15. Таким образом, общий интервал количества освещения, получаемого с помощью такого клина, составляет более 1 : 1000.

Позади оптического клина (по ходу лучей лампы) в специальной кассе помещается испытуемый материал, который во время экспонирования приводится в полный контакт с поверхностью оптического клина.

Корпус сенситометра состоит из двух концентрических труб, плотно вдвигающихся одна в другую, что позволяет изменять расстояние между лампой и испытуемым материалом в пределах от 45 до 55 см. Благодаря этому в приборе можно получить определенную, заранее заданную абсолютную шкалу количества освещения.

Испытуемый фотографический материал, предварительно помещенный в кассету, устанавливают в сенситометре. В зависимости от характера материала светофильтр искусственного солнечного света либо оставляют в приборе, либо удаляют из него. После этого включают лампу и постепенно вводят ее в надлежащий режим питания. Затем открывают шторку кассеты, приводят ступенчатый оптический клин в соприкосновение с испытуемым материалом и спускают затвор. После этого испытуемый материал проявляют.

Время проявления сенситограмм играет весьма существенную роль, так как по мере проявления все характеристики фотографических материалов изменяются.

Обычно материалы проявляют до получения определенной степени контрастности. Желаемый контраст достигается време-

нем проявления. Поэтому при сенситометрическом испытании материалов необходимо проявлять их до получения такого значения коэффициента контрастности, которое является наиболее типичным для данного материала (этот коэффициент контрастности называется «рекомендуемым»), и определять все прочие характеристики в зависимости от найденного времени проявления.

С этой целью испытуемую пластинку или пленку до или после экспонирования разрезают в темноте на несколько полосок, которые проявляют различное время. По полученным сенситограммам строят на одном бланке несколько (обычно четыре) характеристических кривых (так называемое «семейство кривых») и выбирают из них ту, которая соответствует «рекомендуемому» коэффициенту контрастности.

По выбранной характеристической кривой определяют все прочие характеристики испытуемого материала и, в частности, светочувствительность.

Время проявления, необходимое для получения «рекомендуемого» коэффициента контрастности и отвечающее значению светочувствительности и прочим сенситометрическим характеристикам материала, проставляется на этикетке. Этим временем и следует руководствоваться при использовании материала на практике.

Проявление сенситограмм производится в специальных проявляющих растворах, нормализованных для различных видов фотографических материалов. Ниже приводится рецептура сенситометрических проявителей, применяемых в промышленности.

Проявитель № 1 (для фотопластинок всех видов)

Метол	1 г	(ГОСТ 24—40)
Гидрохинон	5 г	(ГОСТ 2549—44)
Сульфит натрия безводный	26 г	(ГОСТ 195—41)
Сода безводная	20 г	(ГОСТ 83—41)
Бромистый калий	1 г	(ГОСТ 4160—48)
Вода дистиллированная	до 1 л	

Проявитель № 2 (для негативных кино- и фотопленок)

Метол	8 г	(ГОСТ 24—40)
Сульфит натрия безводный	125 г	(ГОСТ 195—41)
Сода безводная	5,75 г	(ГОСТ 83—41)
Бромистый калий	2,5 г	(ГОСТ 4160—48)
Вода дистиллированная	до 1 л	

Проявитель № 3 (для позитивных кино- и фотопленок)

Метол	2 г	(ГОСТ 24—40)
Гидрохинон	6 г	(ГОСТ 2549—44)
Сульфит натрия безводный	20 г	(ГОСТ 195—41)
Сода безводная	26 г	(ГОСТ 83—41)
Бромистый калий	4,5 г	(ГОСТ 4160—48)
Вода дистиллированная	до 1 л	

На каждый квадратный дециметр проявляемого материала берется 100 см^3 проявляющего раствора. Проявление сенсито-

грамм производится при температуре 20 ± 0,5° и при непрерывном перемешивании проявителя. Для такого проявления применяется специальный прибор ФКЦ-12, схематически показанный на рис. 82. Прибор состоит из нетеплопроводного резервуара *1*,

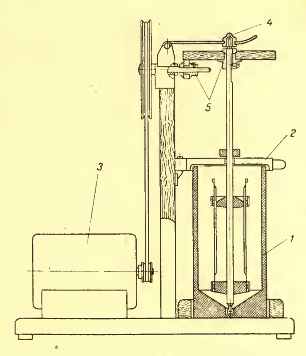


Рис. 82. Проявочный прибор ФКЦ-12

закрывающегося крышкой *2*. В резервуар вливают примерно литр проявителя, после чего включают мотор *3* и в резервуар опускают стойку с укрепленными на ней полосками испытуемых материалов. При этом шкивы *4* и *5* приходят во фрикционное соприкосновение, и стойка начинает вращаться.

По истечении заданного времени проявления сенситограммы для мгновенной остановки проявления погружают в 1—2%-ный раствор уксусной кислоты, после чего фиксируют в свежем кислом фиксаже следующего состава:

Тиосульфат натрия (гипосульфит)	250 г
Сульфит натрия безводный	20 г
Серной кислоты (уд. в. 1,835)	2 см^3
Вода	до 1 л

Для приготовления такого фиксажа следует растворить входящие в него вещества порознь в некотором количестве воды, а затем смешать растворы серной кислоты и сульфита натрия и полученный раствор влить в раствор тиосульфата натрия.

Температура фиксажного раствора должна быть $20 \pm 0{,}5°$.

Отфиксированные сенситограммы промывают и высушивают, после чего их помещают в денситометр.

Определив с помощью денситометра оптические плотности сначала неосвещенных частей сенситограмм (плотность вуали), затем оптические плотности всех полей сенситограмм, наносят значение этих плотностей на специальный, заранее заготовленный сенситометрический бланк, приведенный на рис. 83, и вычерчивают семейство характеризующих кривых. По одной выбранной кривой определяют сенситометрические величины испытуемого материала; на рисунке (для упрощения) приведена одна характеристическая кривая.

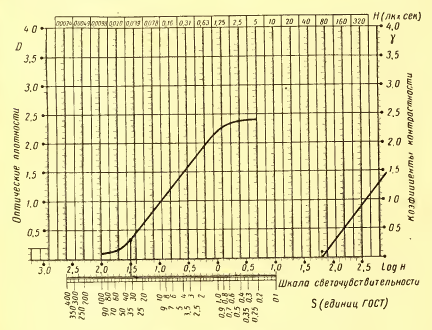


Рис. 83. Стандартный сенситометрический бланк ГОСТа

На верхней горизонтальной линии графика обозначены экспозиции (H) в люкс-секундах. На нижней горизонтальной оси обозначены соответствующие этим экспозициям логарифмы экспозиций ($\lg H$). На левой вертикальной оси отмечены оптиче-

ские плотности (D); на правой вертикальной линии обозначены коэффициенты контрастности (γ).

5. Определение сенситометрических величин

Определение величины светочувствительности S. Светочувствительность выражается величиной, обратно пропорциональной количеству освещения H, создающему на данном фотографическом слое в результате его проявления заданный фотографический эффект.

В качестве критерия светочувствительности в системе ГОСТа принята точка на характеристической кривой, соответствующая оптической плотности D, превышающей плотность вуали D_0 на 0,2 ($D = 0{,}2 + D_0$).

Общая светочувствительная вычисляется, таким образом, по формуле:

$$S_{0,2} = \frac{1}{H},$$

где: H — экспозиция, выраженная в люкс-секундах, а $S_{0,2}$ — светочувствительность, выраженная в единицах ГОСТа$_{0,2}$.

Под единицей ГОСТа$_{0,2}$ понимают светочувствительность такого фотографического материала, на котором указанная выше оптическая плотность почернения $0{,}2 + D_0$ возникает в результате действия количества освещения в люкс-секунду.

Так, если $H = 0{,}04$, то

$$S_{0,2} = \frac{1}{0{,}04} = 25 \text{ (единиц ГОСТа)}$$

Числовые значения светочувствительности, проставляемые на фабричной упаковке, округляются до следующих чисел: 1; 1,4; 2; 2,8; 4; 5,5; 8; 11; 16; 22; 32; 45; 65; 90; 130; 180; 250; 350; 500; 700; 1000 и т. д.

Числа выражают светочувствительность в единицах, прямо пропорциональных степени светочувствительности и, следовательно, обратно пропорциональных выдержке при съемке.

Так, из двух фотопластинок (или пленок), из которых одна имеет светочувствительность 65 единиц ГОСТа, а другая — 130, при прочих равных условиях первая потребует при съемке вдвое бо́льшую выдержку, чем вторая.

Для упрощения расчета на сенситометрических бланках имеется уже готовая шкала абсолютных чисел светочувствительности (рис. 83).

Определение величины контрастности γ. В зависимости от степени контрастности испытуемого материала приращение опти-

ческих плотностей при одинаковых изменениях в экспозиции у различных материалов происходит различно. Более контрастные материалы при равных условиях сенситометрических испытаний дают бо́льшие приращения оптических плотностей, чем менее контрастные, вследствие чего прямолинейный участок характеристической кривой у первых получается круче вторых.

Таким образом, угол наклона прямолинейного участка характеристической кривой к горизонтальной оси графика может служить критерием для определения степени или к о э ф ф и ц и е н т а к о н т р а с т н о с т и.

Для определения величины коэффициента контрастности пользуются следующим приемом: с помощью чертежного треугольника и линейки смещают прямолинейный участок характеристической кривой в правую часть сенситометрического графика до момента пересечения смещаемой линии с точкой, заранее нанесенной на горизонтальную ось графика (рис. 83). Пересечение этой линии с правой вертикальной осью графика (осью коэффициентов контрастности γ) дает значение коэффициента контрастности испытуемого материала.

Определение величины фотографической вуали D_0. Оптическая плотность вуали, т. е. почернения фотографического слоя, не подвергавшегося воздействию света, определяется по неэкспонированному участку сенситограммы.

Определение величины максимальной оптической плотности D_{max}. Максимальная оптическая плотность, т. е. наибольшая возможная оптическая плотность (при данных условиях проявления), определяется по высшей точке характеристической кривой.

Определение величины фотографической широты L. Фотографическая широта определяется интервалом экспозиций, ограниченным точками начала и конца прямолинейного участка характеристической кривой, и выражается отношением этих экспозиций. Так, например, если концу прямолинейного участка характеристической кривой соответствует экспозиция в 10 люкс-секунд (H_2 = 10 люкс-секундам), а началу — экспозиция 0,08 люкс-секунды (H_1 = 0,08 люкс-секунды), то

$$L = \frac{H_2}{H_1} = \frac{10}{0{,}08} = 125:1.$$

Обычно фотографическая широта выражается в логарифмической форме, т. е. логарифмом приведенного отношения или разностью логарифмов указанных чисел. В данном случае будем иметь:

$$L = \lg\frac{125}{1} \cong 2\,.$$

Определение цветочувствительности. Для определения спектральной, или монохроматической, светочувствительности, т. е. светочувствительности фотографического слоя к монохроматическому излучению, применяется специальный прибор спектрограф, представляющий собой соединение спектроскопа с фотографическим аппаратом, в котором спектр, получаемый с помощью дифракционной решетки или призмы, непосредственно фотографируется на испытуемом материале.

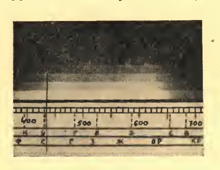


Рис. 84. Спектрограмма фотоматериала

Испытуемая пластинка или пленка экспонируется несколько раз, постепенно перемещаясь на ширину полосы спектра, при этом с постепенно уменьшающимися экспозициями. Одновременно в кассету прибора помещают пластинку со шкалой длин волн излучений спектра, так что на снимке спектра получается и эта шкала.

Полученный таким способом фотоснимок спектра, показанный на рис. 84, называется спектрограммой. Спектрограмма позволяет более или менее точно вычертить и кривую спектральной светочувствительности материала, дающую наглядную картину распределения светочувствительности испытуемого материала по спектру.

Однако вполне достаточным для практики является знание не спектральной, а так называемой эффективной светочувствительности к той сравнительно широкой зоне спектра, к которой очувствлен испытуемый материал. Так, ортохроматический, или изоортохроматический, материал светочувствителен к желто-зеленой зоне спектра, изохроматический — к желто-оранжевой зоне спектра, панхроматический, или изопанхроматический, материал — к оранжево-красной зоне спектра.

Эффективная светочувствительность определяется с помощью характеристической кривой, полученной при установке в сенситометре того или иного светофильтра — желтого, оранжевого или красного, в зависимости от характера сенсибилизации испытуемого материала. Соответственно получают значения светочувствительности к желтым, оранжевым или к красным излучениям, которые выражаются в процентах по отношению к общей светочувствительности, принимаемой за 100%. Так, если общая светочувствительность, например, ортохроматического материала равна 90 единицам, а светочувствительность этого же материала

под желтым светофильтром равна 22 единицам, то эффективная светочувствительность составляет приблизительно 25%.

Определение разрешающей способности. Полная характеристика свойств фотографических материалов предусматривает также определение разрешающей способности.

Разрешающая способность фотографического материала определяется с помощью специального прибора — р е з о л ь в о м е т р а, путем фотографирования на испытуемом материале в сильно уменьшенном виде специальных таблиц, называемых т е с т а м и или м и р а м и (рис. 85).

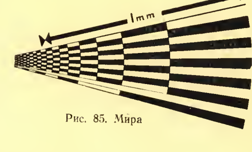


Рис. 85. Мира

Полученный снимок миры, называемый р е з о л ь в о г р а м м о й, рассматривают с помощью микроскопа, увеличивающего в 50—70 раз.

Разрешающая способность определяется числом штрихов в одном миллиметре.

6. Сенситометрическое испытание фотографических бумаг

Важнейшей характеристикой фотографических бумаг является контраст, мерой которого может служить коэффициент контрастности γ. Необходимо учесть, что при получении изображения на фотобумаге путем печати с негатива практически используется почти весь интервал оптических плотностей бумаги, т. е. вся характеристическая кривая, а не только прямолинейный ее участок, как в случае применения негативных материалов. Поэтому контраст бумаги характеризуется не углом наклона прямолинейного участка характеристической кривой, как в негативных материалах, а углом наклона так называемого с р е д н е г о г р а д и е н т а кривой g, представляющего собой на сенситометрическом графике прямую, соединяющую некоторые две точки, расположенные у начала и конца характеристической кривой и отвечающие оптическим плотностям, используемым на практике, — так называемые м и н и м а л ь н ы е п о л е з н ы е г р а д и е н т ы (рис. 86).

Это тем более рационально, что в характеристических кривых фотографических бумаг прямолинейный участок почти отсутствует, либо выражен настолько слабо, что им практически невозможно воспользоваться.

По той же причине в качестве критерия при определении светочувствительности фотобумаги используют точку, лежащую на середине среднего градиента кривой, а не в начале кривой, как в случае испытания негативных материалов.

Вообще точное измерение светочувствительности бумаги лишено смысла, поскольку эта величина не имеет большого значения в практической работе, однако если требуется определить светочувствительность, то здесь может быть применен тот же метод и та же общая формула, что и для негативных материалов.

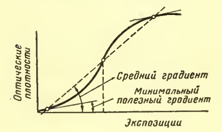


Рис. 86. Минимальные полезные градиенты и средний градиент

Существует и более простой способ сенситометрического испытания фотобумаг, позволяющий обойтись без измерения плотностей сенситограммы и без построения характеристических кривых. Метод такого сенситометрирования разработан в ГОИ (Государственном оптическом институте) и в общих чертах заключается в следующем: лист испытуемой фотобумаги экспонируется под так называемым **тестом** ГОИ. Последний представляет собой стеклянную пластинку, на которой размещены три негатива одного и того же сюжета, имеющие различную контрастность и обозначенные буквами Н, К и ОК, соответственно означающими: Н — нормальная, К — контрастная и ОК — особо контрастная. Кроме того, на пластинке имеется нейтрально серый ступенчатый клин, состоящий из 30 ступеней с константой 0,1 и с интервалом оптических плотностей от 0,3 до 3,3. Ступени клина перенумерованы порядковыми номерами.

Наконец, на тесте помещены два цветных светофильтра, предназначенных для определения цветочувствительности бумаги.

Экспонирование бумаги не требует специальных источников света и может производиться в фотокопировальном станке или с помощью копировальной рамки при обычных электрических лампах. Важно лишь, чтобы свет был рассеянным и достаточно равномерным на всей поверхности теста и чтобы экспозиция была такой, при которой изображение одного из трех негативов получилось удовлетворительным.

В промышленных условиях для этой цели применяется сенситометр с лампой такой силы, при которой необходимые данные получаются при выдержке 20 секунд, отмеряемой специальным затвором.

После экспонирования отпечаток проявляют в течение времени, гарантирующего от появления вуали, но не более 2 минут при температуре 20° в проявителе следующего состава:

Метол	1 г
Гидрохинон	5 г
Сульфит натрия безводный	26 г
Сода безводная	20 г
Бромистый калий	1 г
Вода дистиллированная	до 1 л

и фиксируют в неистощенном кислом фиксаже.

Полученный отпечаток с теста дает возможность прежде всего определить тип фотобумаги по контрасту.

В зависимости от того, какой из негативов дал наилучший отпечаток, определяют принадлежность бумаги к типу нормальной, если наилучший отпечаток получен с негатива с буквой Н, контрастной или особо контрастной, если наилучший отпечаток получен с какого-либо из двух других негативов (К или ОК).

Светочувствительность S определяется по среднему арифметическому из экспозиций, соответствующих крайним, хорошо различимым ступеням изображения клина. Вычисление экспозиций не составляет труда, поскольку известны освещенности и оптические плотности ступеней клина.

Так, например, если одна из этих экспозиций равна 8 секунда-метр-свечам, а вторая — 32 секунда-метр-свечам, то чувствительность будет равна:

$$S = 100 : \frac{8+32}{2} = 5,$$

где 100-условный коэффициент.

Наконец, цветные светофильтры служат для определения цветочувствительности бумаги с целью установить, при каком лабораторном освещении данный сорт бумаги можно обрабатывать.

7. Сенситометрическое испытание цветных фотоматериалов

Всесторонняя сенситометрическая оценка цветных материалов является весьма сложным и еще не разрешенным до конца вопросом.

Современные цветные фотоматериалы содержат не один, а три светочувствительных слоя, а также один промежуточный (нечувствительный) фильтровый слой. Расположение этих слоев на подложке и характер их спектральной чувствительности схематически показаны на рис. 87.

Сенситометрические испытания цветных материалов включают в себя не только количественное измерение фотографических

свойств каждого светочувствительного слоя (светочувствительности, контрастности и т. д.), но и взаимное соответствие этих свойств, обусловливающее так называемый **цветовой баланс**, т. е. оптимальную цветопередачу, которую способен дать испытуемый материал.

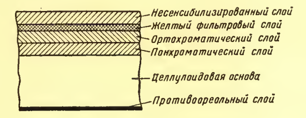


Рис. 87. Строеиие цветиой плеики

Методы цветной сенситометрии еще не могут считаться достаточно разработанными и пока позволяют оценивать только градационные характеристики, которые определяются с помощью сенситометрической аппаратуры, применяемой для испытания черно-белых материалов.

8. Классификация и современный ассортимент фотопластинок

Фотографические пластинки классифицируются по следующим основным признакам: 1) по общей светочувствительности; 2) по спектральной чувствительности; и 3) по величине коэффициента контрастности.

По общей светочувствительности, определяемой по ГОСТу 2817-50, фотографические пластинки разделяются на:

Пластиики	иизкой	чувствительности	11 и 16	едиииц	ГОСТ'а
„	малой	„	22 и 32	едииицы	„
„	средией	„	45 и 65	единиц	„
„	высокой	„	90 и 130	„	„
„	высшей	„	180 и 250	„	„
„	иаивысшей	„	350 и более	„	„

По спектральной чувствительности фотопластинки делятся на: несенсибилизированные, ортохроматические, изоортохроматические, изохроматические, панхроматические и изопанхроматические.

В табл. 2 показаны границы и характер сенсибилизации перечисленных пластинок.

Таблица 2

Тип светочувствительного слоя	Граница сенсибилизации (длина волны излучения в мμ)	Примечание
Несенсибилизированный	500	Естественная чувствительность бромистого серебра.
Ортохроматический	580—600	С пониженной чувствительностью в области около 500 мμ
Изоортохроматический	580—600	—
Изохроматический	620—650	—
Панхроматический	660—730	С пониженной чувствительностью в области 490—540 мμ
Изопанхроматический	660—730	—

По величине коэффициента контрастности фотографические пластинки подразделяются на особо мягкие, мягкие, нормальные, контрастные, особо контрастные и сверхконтрастные.

В табл. 3 приведено значение рекомендуемого ГОСТом коэффициента контрастности для фотопластинок.

Таблица 3

Тип пластинок	Рекомендуемый коэффициент контрастности
Особо мягкие	0,65
Мягкие	0,8
Нормальные	1,2
Контрастные	1,7
Особо контрастные	2,5
Сверхконтрастные	более 3,0

В соответствии с приведенной классификацией наша промышленность выпускает в настоящее время фотопластинки следующих наименований: Изоорто, Изохром, Панхром, Диапозитивные, Репродукционные, различной степени контрастности.

Пластинки Изоорто, Изохром и Панхром представляют собой негативный материал общего назначения и широкого применения. Пластинки выпускаются пяти степеней общей чувствительности и трех степеней контрастности.

В табл. 4 даны сенситометрические показатели этих пластинок, предусмотренные техническими условиями геспромышленности.

Степень общей светочувствительности	Светочувствительность в единицах ГОСТа	Плотность вуали (не выше)		
		Изоорто	Изохром	Панхром
Низкая	11 и 16	0,12	0,12	0,15
Малая	22 „ 32	0,12	0,12	0,15
Средняя	45 „ 65	0,12	0,15	0,18
Высокая	90 „ 130	0,15	0,18	0,22
Высшая	180 „ 250	0,22	0,24	0,30

Таблица 4

Степень контрастности	Максимальный коэффициент контрастности	Фотографическая широта
Мягкая	0,9—1,15	1,5
Нормальная	1,2—1,6	1,2
Контрастная	1,2—2,0	0,9

Под названием «Репродукционные» выпускаются пластинки, предназначенные специально для целей репродукции. Они отличаются высокой разрешающей способностью, которая достигнута снижением их общей светочувствительности. Применительно к различным по характеру выполнения репродуцируемым оригиналам репродукционные пластинки выпускаются под названиями: полутоновые — для полутоновых оригиналов и штриховые — для штриховых оригиналов. Применительно к цветности оригиналов пластинки выпускают несенсибилизированными, изоортохроматическими (Изоорто) и панхроматическими (Панхром). При этом полутоновые репродукционные пластинки выпускают нормальными и контрастными, а штриховые — особо контрастными и сверхконтрастными.

В табл. 5 приведены сенситометрические показатели репродукционных пластинок, предусмотренные техническими условиями.

Таблица 5

Степень контрастности	Светочувствительность в единицах ГОСТа	Плотность вуали не выше	Максимальная оптическая плотность	Максимальный коэффициент контрастности
Нормальная	2,8	0,12	2,5	1,2—1,6
Контрастная	2,8	0,12	2,8	1,7—2,0
Особо контрастная	1,4	0,12	3,0	2,4—3,0
Сверхконтрастная	1,0	0,12	3,0	3,6 и выше

Под названием «Диапозитивные» выпускаются несенсибилизированные пластинки невысокой светочувствительности, трех степеней контрастности, предназначенные для изготовления диапозитивов. Их сенситометрические показатели согласно ТУ даны в табл. *6*.

Таблица 6

Степень контрастности	Светочувствительность в единицах ГОСТа	Плотность вуали не выше	Максимальная оптическая плотность	Максимальный коэффициент контрастности
Контрастные	0,18—0,7	0,08	2,8	1,7—2,0
Особо контрастные	0,18—0,7	0,08	3,0	2,4—3,0
Сверхконтрастные	0,18—0,7	0,08	3,0	3,6 и выше

Все перечисленные типы и виды фотографических пластинок, за исключением диапозитивных, выпускаются обыкновенными и противоореольными.

Форматы фотопластинок, выпускаемых госпромышленностью:

6 × 9 см	12×16,5 см	30×40 см
6,5× 9 см	13×18 см	40×50 см
9 ×12 см	18×24 см	50×60 см
10 ×15 см	24×30 см	

Пластинки крупных форматов (от 24×30 см и больше) не имеют массового потребительского спроса, поэтому их изготовляют по специальным заказам и в широкую торговую сеть они поступают весьма редко.

9. Упаковка и маркировка фотопластинок

Фотографические пластинки укладывают попарно слой к слою, завертывают во влагонепроницаемую бумагу, затем в черную, светонепроницаемую бумагу и укладывают в плотные картонные коробки. Пластинки формата до 13×18 см включительно укладываются по 12 штук в коробку, формата 18×24 см — по 6 штук в коробку, а бо́льшего формата — по 4 штуки в коробку. В каждую коробку вкладывают контрольный талон с номером сортировщицы.

Коробки окантовывают плотной бумагой, после чего на крышку и на донышко коробки наклеивают этикетки. На верхней этикетке указывают сорт фотопластинок, номер фабрики и ее адрес, фабричную марку, характер освещения, при котором пластинки можно вскрывать и обрабатывать. На нижней этикетке указывают: количество пластинок, формат, номер эмульсии, величину светочувствительности, степень контрастности, дату выпуска пластинок (или предельный срок годности) и рецепт рекомендуемого проявителя.

Для быстрого распознавания сорта пластинок каждому сорту присвоен свой цвет этикетки или полоски, наклеиваемой на боковую стенку коробки, а именно: для несенсибилизированных пластинок — синий, для Диапозитивных — желтый, для Изо-

орто — красный, для Изохром — малиновый, для Панхром — зеленый.

Для транспортирования коробки с пластинками упаковывают в сухие деревянные ящики, выложенные внутри влагонепроницаемой бумагой. Коробки устанавливают в ящик на ребро и вплотную одна к другой, чтобы исключить самопроизвольное перемещение пластинок при их перевозке.

10. Сроки хранения фотопластинок

Гарантийный срок годности фотографических пластинок в оригинальной упаковке при соблюдении нормальных условий хранения для всех видов пластинок установлен 12 месяцев. В течение этого срока согласно техническим условиям госпромышленности допускается возрастание оптической плотности вуали на 30% и снижение всех других фотографических показателей на 25%. (Условия хранения см. на стр. 178).

11. Классификация и современный ассортимент фотопленок

Фотографические пленки классифицируются по следующим основным признакам: 1) по общей светочувствительности; 2) по спектральной светочувствительности; 3) по величине коэффициента контрастности и 4) по потребительским форматам.

По первым трем показателям классификация пленок аналогична классификации пластинок (см. стр. 128).

По потребительским форматам фотографические пленки подразделяются на плоскую форматную, катушечную неперфорированную и катушечную перфорированную.

Плоская форматная пленка. Эта пленка, нарезанная на перечисленные ниже стандартные форматы (в см.), применяется в пластиночных фотоаппаратах аналогично фотопластинкам.

4,5×6 *	9×12	18×24
6 ×9	6×13 *	24×30
6,5×9	10×15	30×40
4,5×10,7 *	13×18	

* Данные форматы промышленность в настоящее время не выпускает

Катушечная неперфорированная пленка. Эта пленка, нарезанная на ленты длиной 815 мм и шириной 61,5 мм, предназначена для пленочных фотоаппаратов. Зарядка аппаратов такой пленкой производится на свету.

Катушечная пленка состоит из трех частей: катушки, собственно пленки и длинной бумажной ленты (ракорда), окрашенной с одной стороны в черный цвет, а с другой — в красный (рис. 88). Пленку приклеивают одним концом к черной стороне ракорда и вместе с ним плотно наматывают на катушку.

Так как ракорд значительно длиннее пленки, свободные его концы (длиной по 40 см. каждый) при намотке служат защитой пленки от света. Один из концов (наружный) служит также для зарядки аппаратов.

На каждой пленке помещаются 8 снимков формата 6×9 см, 12 снимков формата 6×6 см и 16 снимков формата 4,5×6 см. Соответственно этому на красной стороне ракорда имеется три ряда цифр. Первый из них (от 1 до 8) расположен вдоль одной кромки ракорда и служит для использования пленки в пленочных аппаратах формата 6×9 см. Второй ряд цифр (от 1 до 12) расположен посередине ракорда и обслуживает аппараты формата 6×6 см, а третий ряд (от 1 до 16), расположенный вдоль второй кромки ракорда, предназначен для аппаратов формата 4,5×6 см. Таким образом, одна и та же пленка пригодна для аппаратов трех форматов.

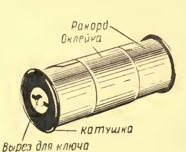


Рис. 88. Катушечная пленка

Кроме цифр, на ракорде имеются сигнальные значки в виде указывающей руки и треугольников, расположенных перед каждой цифрой и предупреждающих во время перемотки пленки в аппарате о приближении очередной цифры. Для укрепления катушки в аппарате в торцах ее высверлены углубления, причем одно из этих углублений имеет форму, показанную на рис. 88, и предназначено для ключа, посредством которого катушку можно вращать.

Для закрепления ракорда в оси катушки имеется узкая сквозная щель, в которую вставляется подрезанный конец ракорда.

На фабрике перед намоткой пленки на катушку к концу ракорда прикладывают узкую гуммированную бумажную наклейку, которая предназначена для заклейки ракорда после использования пленки. Закончив намотку всего ракорда, катушку оклеивают такой же бумажной полоской.

Катушечная перфорированная пленка. Это отрезок нормальной кинопленки шириной 35 мм, длиной 165 см, включая зарядный и заправочный концы. Перфорированная катушечная пленка предназначена для применения ее в малоформатных аппаратах (ФЭД, Зоркий, Киев и т. п.). Эту же пленку выпускают в отрезках длиной по 17 м. Каждый отрезок рассчитан на 10 зарядов.

В настоящее время госпромышленность выпускает фотопленки следующих наименований: Ортохром, Панхром, Изохром, Изопанхром, позитивная и цветная.

Фотопленки первых четырех наименований представляют собой негативный материал общего назначения и широкого применения. Пленки Ортохром и Изохром выпускают малой, средней и высокой светочувствительности, а пленки Панхром и Изопанхром — средней, высокой и высшей чувствительности.

Позитивная пленка обладает низкой чувствительностью и предназначена для изготовления диапозитивов и некоторых репродукционных работ.

В табл. 7 и 8 приведены основные сенситометрические характеристики фотопленки общего назначения, предусмотренные техническими условиями госпромышленности. Сенситометрические характеристики цветной пленки пока не нормируются.

Таблица 7

Степень общей светочувствительности	Светочувствительность в единицах ГОСТа	Плотность вуали (не выше)			
		Ортохром	Изохром	Изопанхром	Панхром
Низкая	11 и 16	0,10	0,10	0,12	0,15
Малая	22 и 32	0,10	0,10	0,12	0,15
Средняя	45 и 65	0,12	0,12	0,15	0,18
Высокая	90 и 130	0,15	0,15	0,18	0,22
Высшая	180 и 250	0,18	0,20	0,24	0,30

Таблица 8

Степень контрастности	Максимальный коэффициент контрастности	Фотографическая широта
Мягкая	0,7—0,88	2,1—1,8
Нормальная	0,9—1,15	1,8—1,5
Контрастная	1,2—1,8	1,5—1,1

Разрешающая способность перечисленных пленок характеризуется следующими показателями:

Пленки	чувствительностью	11 и 16 единиц ГОСТ'а	— 90 лин/мм
„	„	22 и 32 единицы „	— 80 „
„	„	45 и 65 единиц „	— 70 „
„	„	90 и 130 „ „	— 60 „
„	„	180 и 250 „ „	— 50 „

Фотографическую пленку выпускают на бесцветной или противоореольной нитроцеллулоидной подложке.

12. Упаковка и маркировка фотопленок

Плоскую форматную пленку упаковывают в пакеты или коробки по 12 листов, при этом пленку вкладывают в конверт из черной бумаги или завертывают сначала в парафинированную бумагу, а затем в черную, после чего закладывают в наружный конверт с этикеткой.

На этикетке пленки, кроме номера фабрики и фабричной марки, указывают: наименование типа пленки, вид, формат пленки, количество листов в упаковке, степень светочувствительности, степень контрастности, характер освещения, при котором пленку можно вскрывать и обрабатывать, время проявления пленки, номер эмульсии, дату выпуска или предельный срок годности пленки.

Катушечные неперфорированные и перфорированные пленки завертывают во влагонепроницаемую бумагу, затем в станиоль или в черную бумагу, после чего вкладывают в плотную коробку, на этикетке которой помечают все приведенные выше обозначения.

Для транспортирования фотопленку упаковывают так же, как и пластинки (см. стр. 131).

13. Сроки хранения фотопленок

Гарантийные сроки годности фотографических пленок в оригинальной упаковке при соблюдении нормальных условий хранения следующие:

Для пленок	малой	чувствительности	—	18	месяцев
" "	средней	"	—	15	"
" "	высокой	"	—	12	"
" "	высшей	"	—	9	"

Отклонения в показателях фотографических свойств пленок в течение гарантийного срока согласно техническим условиям госпромышленности допускаются в пределах 25% от первоначальных.

Условия хранения фотопленок аналогичны условиям хранения фотопластинок (см. стр. 178).

14. Назначение негативных материалов

Назначение негативных материалов определяется следующими их главнейшими фотографическими свойствами:

1) общей светочувствительностью;
2) степенью контрастности;
3) спектральной чувствительностью.

Материалы низкой и малой светочувствительности (до 32 единиц ГОСТ) предназначены для съемки при благоприятных световых условиях, а также для съемки неподвижных или малоподвижных объектов, т. е. для случаев, когда условия съемки допускают применение сравнительно продолжительных выдержек.

Материалы средней и высокой чувствительности (от 45 до 130 единиц ГОСТа) предназначены для съемки при менее благоприятных световых условиях, а также для съемки быстродвижущихся объектов, не допускающих применения продолжительных выдержек.

Материалы высшей и наивысшей светочувствительности (свыше 180 единиц ГОСТа) предназначены для съемки в неблагоприятных световых условиях, а также для съемки весьма быстродвижущихся объектов, требующих применения весьма коротких выдержек.

Практическое значение степени контрастности негативных материалов заключается в возможности изменять характер фотографического изображения в соответствии с техническими или творческими требованиями.

Особо мягкие негативные материалы (с γ от 0,6 до 0,65) предназначены для значительного смягчения контраста объекта. В повседневной практике такие материалы не находят себе применения, поэтому на широкий рынок не выпускаются.

Мягкие негативные материалы (с γ от 0,7 до 1,0) предназначены для смягчения контраста объекта в случаях, когда этот контраст слишком велик.

Нормальные негативные материалы (с γ от 1,1 до 1,4) предназначены для нормальной передачи контраста объекта и находят наибольшее применение в практике.

Контрастные негативные материалы (с γ от 1,5 до 1,9) используются для некоторого увеличения контраста объекта и также находят широкое применение в практике.

Особо контрастные негативные материалы (с γ от 2,0 до 3,0) пригодны для значительного увеличения контраста объекта и в практике применяются для целей штриховой репродукции.

Сверхконтрастные негативные материалы (с γ более 3,0) для целей натурной съемки не применяются и служат только для штриховой репродукции.

Практическое значение спектральной чувствительности негативных материалов заключается в возможности изменять характер цветопередачи на снимке.

Следует сказать, что вопрос цветопередачи связан также с применением компенсационных светофильтров (см. стр. 149), без которых эффект цветопередачи на сенсибилизированных матери-

алах почти неощутим, т. е. сенсибилизированные материалы действуют почти как несенсибилизированные.

Приведенные ниже указания о назначении негативных материалов даны с учетом применения светофильтров.

Несенсибилизированные материалы чувствительны только к фиолетовой, синей и сине-зеленой зонам спектра и нечувствительны ко всем остальным, вследствие чего желтые, оранжевые и красные цвета передаются ими как черные. Несенсибилизированные материалы не допускают применения компенсационных светофильтров и предназначены главным образом для репродуцирования одноцветных штриховых оригиналов.

Обработку несенсибилизированных материалов можно производить при оранжевом освещении.

Ортохроматические материалы чувствительны к сине-фиолетовой и зелено-желтой зонам спектра с провалом в зеленой зоне и нечувствительны к оранжево-красной, вследствие чего оранжевые и красные цвета передаются ими как черные.

Ортохроматические материалы следует применять совместно с желтыми светофильтрами; оранжевые и красные светофильтры неприменимы. Круг применения ортохроматических материалов определяется требованиями, которые предъявляются к цветопередаче. Вообще же ортохроматические материалы применимы для всех видов съемки.

Преимущество ортохроматических материалов заключается главным образом в том, что они допускают обработку при красном освещении и позволяют, таким образом, вести визуальное наблюдение за ходом проявления.

Изоортохроматические материалы обладают той же спектральной чувствительностью, что и ортохроматические, но равномернее очувствлены к различным зонам спектра (отсутствует провал в зеленой зоне). По существу изоортохроматические материалы представляют собой более совершенный тип ортохроматических материалов.

Благодаря более высокой чувствительности к зеленой зоне спектра изоортохроматические материалы более пригодны для съемки сюжетов, богатых зелеными цветами (например, летний пейзаж), чем ортохроматические. В остальных случаях круг их применения аналогичен кругу применения ортохроматических материалов.

Изоортохроматические материалы следует применять совместно с желтыми светофильтрами. Возможно применение и светло-оранжевых светофильтров, однако последние вызывают значительное увеличение выдержки. Оранжевые и особенно красные светофильтры неприменимы.

Обработку изоортохроматических материалов можно производить только при темнокрасном освещении

Изохроматические материалы чувствительны к сине-фиолетовой, зелено-желтой и оранжевой зонам спектра с провалом в зеленой зоне и нечувствительны к темнокрасной зоне, вследствие чего красные цвета передаются ими как слишком темные.

Изохроматические материалы следует применять совместно с желтыми или оранжевыми светофильтрами. Возможно применение и темнооранжевых светофильтров, однако последние вызывают значительное увеличение выдержки. Красные светофильтры неприменимы. Изохроматические материалы вполне пригодны для всех видов съемки.

Преимуществом изохроматических материалов является то, что они дают удовлетворительную цветопередачу при средних желтых светофильтрах, причем последние вызывают сравнительно небольшое увеличение выдержки.

Обработку изохроматических материалов можно производить при очень темном красном освещении, однако рекомендуется делать это в полной темноте.

Панхроматические материалы чувствительны ко всей видимой зоне спектра, однако имеют чувствительный провал в зеленой зоне.

Панхроматические материалы применяются совместно с желтыми или оранжевыми светофильтрами (включая темнооранжевые). Возможно применение и красных светофильтров, однако последние вызывают значительное увеличение выдержки. Темнокрасные светофильтры не применимы.

Панхроматические материалы дают вполне удовлетворительную цветопередачу уже при светложелтом светофильтре, причем последний почти не оказывает влияния на продолжительность выдержки.

При применении оранжевых и особенно красных светофильтров происходит переисправление цветопередачи. Красные цвета могут при этом получиться значительно светлее, чем равные им по визуальной яркости синие, что не согласуется с истинным представлением о натуре.

Преимущество панхроматических материалов заключается в том, что они имеют высокую эффективную светочувствительность и позволяют производить съемку при искусственном освещении с относительно короткими выдержками. При таком освещении удовлетворительная цветопередача получается и без применения светофильтров. Обработку панхроматических материалов можно вести при тщательно проверенном специальном темнозеленом освещении, но лучше производить обработку в темноте.

Изопанхроматические материалы по своей спектральной чувствительности представляют собой более совершен-

ный тип панхроматических материалов и отличаются от последних тем, что свободны от провала в зеленой зоне спектра и очувствлены к более далекой красной зоне. Назначение и круг применения изопанхроматических материалов аналогичны панхроматическим. Обработку их следует производить в полной темноте.

15. Назначение репродукционных материалов

В качестве репродукционных материалов советская фотопромышленность выпускает на широкий рынок только фотопластинки.

В зависимости от характера исполнения и цветности оригиналов репродукционные пластинки имеют следующие назначения (табл. 9).

Таблица 9

Тип и наименование пластинок	Назначение
I. Штриховые	
Несенсибилизированные	Репродукция черно-белых штриховых оригиналов (чертежей, планов, печатного текста, рисунков черной тушью и т. п.)
Изоорто	Репродукция цветных штриховых оригиналов (синек, чертежей, рисунков цветной тушью или на цветном фоне). Обязательно применение желтых светофильтров.
Панхром	Репродукция многоцветных штриховых оригиналов (плакатов, географических карт, диаграмм и других оригиналов, содержащих одновременно желтые, оранжевые и красные цвета). Обязательно применение желтых или оранжевых светофильтров.
II. Полутоновые	
Несенсибилизированные	Репродукция черно-белых полутоновых оригиналов (фотоснимков, карандашных рисунков, рисунков черной тушью с размывкой и т. п.).
Изоорто	Репродукция цветных полутоновых оригиналов (картин, исполненных акварельной краской, пастелью, цветной тушью с размывкой на белом или цветном фоне). Обязательно применение желтых светофильтров.
Панхром	Репродукция многоцветных полутоновых оригиналов (картин масляной краской и т. п.), содержащих одновременно желтые, оранжевые и красные цвета. Обязательно применение желтых или оранжевых светофильтров.

16. Классификация и современный ассортимент фотобумаг

Выпускаемые отечественной промышленностью для широкого потребления фотографические бумаги классифицируются по следующим основным признакам:

1) по составу эмульсии;
2) по характеру поверхности эмульсионного слоя;
3) по контрастности;
4) по плотности подложки;
5) по цвету подложки.

В зависимости от светочувствительного компонента эмульсии (бромистое, хлористое или хлоробромистое серебро), оказывающего решающее влияние на степень светочувствительности бумаги, предопределяющей назначение фотобумаг, последние подразделяются на следующие типы:

Светочувствительный компонент	Наименование сорта	Название бумаги
Бромистое серебро	Бромосеребряная	Унибром
Хлоробромистое серебро	Хлоробромосеребряная	Контабром
То же	То же	Бромпортрет
Хлористое серебро	Хлоросеребряная	Фотоконт
„ „	„	Аристотипная
Бромистое серебро	Цветная	Фотоцвет

Бромосеребряную бумагу выпускают также и без названия «Унибром». Бумага с названием «Унибром» отличается повышенным качеством: особой чистотой слоя, хорошей подложкой и лучшей сохраняемостью.

По характеру поверхности эмульсионного слоя фотографические бумаги подразделяются на гладкие и структурные.

Гладкие бумаги	Структурные бумаги
Особоглянцевая	Бархатистая
Глянцевая	Мелкозернистая
Полуматовая	Крупнозернистая
Матовая	Сатинированная

По характеру контрастности фотобумаги подразделяются на семь номеров (степеней) контрастности, которые для бумаг с различной поверхностью имеют различное значение. В табл. 10 даны эти значения.

Таблица 10

Степень контрастности	Коэффициент контрастности		
	Особо глянцевая	Глянцевая	Матовая, полуматовая структурные
Мягкая № 1	1,3—1,5	1,0—1,2	0,8—1,0
Нормальная № 2	1,6—1,9	1,3—1,5	1,1—1,3
Нормальная № 3	2,0—2,4	1,6—1,9	1,4—1,6
Контрастная № 4	2,5—2,9	2,0—2,4	1,7—2,0
Контрастная № 5	3,0—3,9	2,5—2,9	2,1—2,4
Особоконтрастная № 6	4,0—4,9	3,0—3,9	2,5—2,9
Сверхконтрастная № 7	5,0—6,0	4,0—5,0	3,0—4,0

Бромосеребряные и хлоросеребряные бумаги выпускают всех степеней контрастности, а хлоробромосеребряные — с контрастностью 1, 2, 3 и 4.

По плотности подложки фотографическую бумагу подразделяют на тонкую (с нормальной подложкой) и картон (с плотной подложкой); по цвету подложки — на белую, «слоновая кость» и кремовую.

Для сокращенного шифрованного обозначения бумаг применяются условные числа (индексы), указанные в табл. 11.

Таблица 11

Различия по поверхности	Индекс	Различия по плотности	Индекс	Различия по цвету	Индекс
Особоглянцевая	0	Тонкая	1	Белая	1
Глянцевая	1	Плотная (картон)	2	Слоновая кость	2
Полуматовая	2			Кремовая	3
Матовая	3				
Мелкозернистая	4				
Крупнозернистая	5				
Бархатистая	6				
Сатичированная	7				

Приведенные условные числа (индексы) позволяют трехзначным числом выразить все три характеристики фотобумаги. Так, например, бумага под шифром 111 представляет собой глянцевую тонкую белую бумагу, под шифром 423 — мелкозернистую, плотную кремовую бумагу и т. д.

Для широкого применения фотографические бумаги выпускаются следующих форматов (в см):

6×9	10×15	18×24	40×50
9×12	13×18	24×30	50×60
9×14		30×40	

17. Упаковка и маркировка фотобумаг

Фотографические бумаги выпускают в пакетах по 20 листов или в коробках по 100 листов. Бумаги формата 30 $\times$ 40 см и больше выпускают в пакетах по 10 листов.

Фотографическую бумагу сначала упаковывают в пакеты или бумагу черного цвета, а затем вкладывают в наружный пакет или коробку. Пакеты заклеивают, коробки окантовывают.

При маркировке фотобумаг на упаковке указывают наиболее важную для практики сенситометрическую ее характеристику — степень контрастности — в словесном выражении и в виде номера, например: «Контрастная № 4» или «Нормальная № 2». Кроме того, указывают наименование сорта (например, бромосеребряная), название (например, «Унибром»), характер поверхности (например, матовая), цвет подложки (например, белая), плотность подложки (например, картон), номер партии (полива), характер освещения, при котором бумагу можно вскрывать и обрабатывать, количество листов в пакете или в коробке, формат и дату изготовления бумаги, а также условный шифр.

Для транспортирования пакеты и коробки с фотобумагой укладывают в сухие деревянные ящики, выложенные влагонепроницаемым материалом.

18. Сроки хранения фотобумаг

Гарантийный срок годности фотобумаг в оригинальной упаковке при соблюдении нормальных условий хранения установлен:

Для фотобумаг	Унибром	18 месяцев
„	аристотипных	6 „
„	всех остальных фотобумаг	12 „

В течение этого срока допускается изменение фотографических свойств фотобумаги не более чем на 20% по сравнению с первоначальными.

Условия хранения фотографических бумаг в основном аналогичны условиям хранения фотопластинок и фотопленок (см. стр. 178). Наиболее благоприятной температурой в помещении для хранения фотобумаг является 10—18°.

19. Назначение фотографических бумаг

Назначение фотографических бумаг определяется следующими их главнейшими свойствами и показателями:

1) степенью светочувствительности;
2) степенью контрастности;
3) характером поверхности.

В зависимости от степени светочувствительности, определяемой главным образом составом эмульсии, фотобумага имеет следующее назначение (табл. 12).

Таблица 12

Наименование сорта и название	Сравнительная светочувствительность	Назначение
Бромосеребряная	Высокая	Для одиночной и массовой контактной и проекционной печати
Бромосеребряная Унибром	„	То же
Хлоробромосеребряная Бромпортрет	„	Для одиночной контактной и проекционной печати
Хлоробромосеребряная Контабром	Средняя	Для одиночной контактной печати
Хлоросеребряная Фотоконт	Низкая	То же
Хлоросеребряная Аристотипная	Весьма низкая	Для видимой контактной печати при дневном свете (не требует проявления)

В зависимости от степени контрастности фотографические бумаги имеют следующее назначение (табл. 13).

Таблица 13

Степень контрастности	№№	Назначение
Мягкая	1	Для весьма контрастных негативов
Нормальная	2	„ контрастных негативов
„	3	„ нормальных негативов
Контрастная	4	„ негативов пониженной контрастности
„	5	„ вялых негативов
Особоконтрастная	6	„ очень вялых негативов
Сверхконтрастная	7	„ чрезмерно вялых негативов

В зависимости от характера поверхности фотобумаги имеют следующее назначение (табл. 14).

Таблица 14

Характер поверхности	Назначение
Особоглянцевая Глянцевая	Для технических снимков, штриховых репродукций, для снимков, направляемых в печать для полиграфического воспроизводства
Полуматовая Матовая Бархатистая Сатиированиая	Для художественных работ (портретов, пейзажей, архитектуры и т. п.) при небольших увеличениях снимков
Мелкозернистая Крупнозернистая	Для крупных увеличений художественных фоторабот. Для фотооформительских работ (панно, витрин и т. п.)

Фотобумага на тонкой подложке предназначается для небольших по размерам снимков, а на плотной — для крупноформатных снимков или же открыток.

20. Ассортимент и характеристика цветных фотографических материалов

Выпускаемый в настоящее время ассортимент цветных фотоматериалов включает в себя негативную катушечную кинопленку двух видов и фотобумагу двух видов.

Ассортимент и характеристика цветных пленок даны в табл. 15.

Таблица 15

Наименование	Светочувствительность	Контрастность	Назначение
Негативная цветная пленка ДС	Средняя и высокая (от 32 до 90 единиц ГОСТа)	Нормальная	Для съемки при дневном освещении
Негативная цветная пленка ПС	То же	„	Для съемки при электрическом освещении

Плотность вуали для обоих сортов не выше 0,35. Разрешающая способность 30—35 лин/мм.

Цветную фотобумагу выпускают такого же формата, как и фотобумагу для черно-белой фотографии, но только нормальной контрастности. Она бывает двух видов: глянцевая и тисненая. Светочувствительность цветной бумаги примерно равна светочувствительности бумаги Унибром.

21. Качественная проверка фотографических материалов

Для самой элементарной проверки качества светочувствительных материалов необходима фотолаборатория, организация и оборудование которой рассмотрены в главе VII (см. стр. 175). Согласно действующим нормам разбраковки от каждого номера эмульсии проверке подвергаются: одна коробка фотопластинок, одна коробка или пакет фотопленок и один пакет фотобумаги.

Проверка качества негативных фотопластинок и пленок общего назначения производится путем фотографической съемки на испытуемом материале и последующей обработки его, при строгом соблюдении режима лабораторной обработки, соответствующего данному виду и сорту материала. Зарядку кассет испытуемым материалом следует производить при надежном, хорошо проверенном лабораторном освещении, а еще лучше — в полной темноте.

Фотографировать следует днем и лучше всего на открытом воздухе. При этом съемку одного и того же объекта следует произвести три раза подряд. Выдержки при этом должны увеличиваться в 2 раза, с тем, чтобы один из негативов был экспонирован более или менее правильно.

Все три пластинки или пленки должны быть проявлены в свежем профильтрованном проявителе, составленном из доброкачественных химических веществ по рецепту сенситометрического проявителя № 1 — для фотопластинок и № 2 — для фотопленок (см. стр. 119). Время проявления и температура проявителя для всех трех пластинок или пленок должны быть одинаковы и соответствовать указаниям на этикетках испытуемых материалов. Проявление должно вестись при постоянном перемешивании проявителя.

По окончании проявления пластинки и пленки следует ополоснуть водой и отфиксировать в свежем кислом фиксаже. Применение кислой восстанавливающей ванны необязательно. Отфиксированные пластинки и пленки следует тщательно промыть и высушить в чистом помещении при температуре 18—20°.

Полученные три негатива от каждого номера эмульсии подвергаются внимательному осмотру.

Такая проверка позволяет не только вскрыть дефекты материала, но и установить с достаточным приближением соответствие светочувствительности и контрастности испытуемого материала тем данным, которые обозначены на его этикетке.

Испытание репродукционных фотопластинок производится тем же методом, но в качестве объекта съемки берется оригинал, по характеру исполнения соответствующий тому, для которого пластинки предназначены.

Диапозитивные пластинки и позитивные пленки испытываются путем контактной печати на них с высококачественного во всех отношениях негатива, который подбирается из числа имеющихся или изготовляется специально для этого. Такой негатив хранится как эталон.

Кроме описанных операций проверки, фотографические материалы испытывают на показатели их физических свойств. Эти свойства должны отвечать следующим требованиям:

температура плавления эмульсионного слоя фотографических пластинок для всех сортов должна быть не ниже 32°. При температуре 25° эмульсионный слой не должен отставать от стекла: при обработке фотографическими растворами — в течение 20 минут, а при промывке водой — в течение 30 минут;

температура плавления эмульсионного слоя фотографических пленок должна быть не ниже 32°;

при температуре рабочих растворов до 21° или промывной воды до 18° эмульсионный слой не должен отслаиваться от подложки в продолжение 25 минут (для всех сортов пленки).

Виды производственного брака фотографических пластинок и пленок на готовом негативе следующие: неправильная форма; слишком толстое стекло; дефекты стекла: пузыри, свили, раковины, царапины, волнистость, щербины и зазубрины на кромке; пониженная плотность эмульсионного слоя; потеки эмульсии; механические дефекты эмульсии: царапины, пятна от пальцев, кусочки грязи или пыль на поверхности эмульсии; грязь с оборотной стороны; отслаивание эмульсионного слоя; вуаль краевая, общая серая и цветная; мелкие черные точки; прозрачные точки в виде булавочных уколов с приподнятым краем (пик-пик); белые пятна с размытыми краями и полосы различной ширины (от 1 до 15 мм).

Качество фотографической бумаги проверяется печатью на ней с высококачественного негатива. Печать можно производить как контактным, так и проекционным способом.

Испытание аристотипных бумаг производится днем; печать ведется при достаточно ярком дневном свете, а обработка — в затемненном помещении или в глубокой тени.

Как и при проверке негативных материалов, растворы для обработки испытуемой фотобумаги должны быть свежими, составленными из доброкачественных химических веществ и профильтрованными.

На каждом испытуемом сорте бумаги следует сделать несколько отпечатков, варьируя выдержки и время проявления с тем, чтобы получить оптимальный для эталонного негатива результат.

Плотность, цвет и характер поверхности подложки устанавливают простым осмотром.

После изложенных испытаний производят проверку физических свойств фотобумаги.

Температура плавления эмульсионного слоя бумаги для всех сортов должна быть не ниже 50°. Эмульсионный слой не должен отслаиваться от подложки или пузыриться. При обработке фотобумага не должна свертываться в трубку.

Виды производственного брака бумаги, которые дают основания для их забраковки, следующие: сильная размокаемость в растворах; белые, черные точки и пятна; недостаточная плотность изображения; царапины, изломы, неправильная резка; параллельные черные полосы; на отпечатках видна структура подложки; при обработке бумага свертывается в трубку; общая вуаль; плавление и сползание эмульсионного слоя; потеки эмульсии на оборотную сторону подложки; сухие отпечатки при распрямлении трескаются.

ГЛАВА V

ФОТОГРАФИЧЕСКИЕ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ

1. Классификация фотопринадлежностей

Классификацию фотопринадлежностей удобнее всего произвести по признаку их практического применения: 1) *принадлежности для фотографической съемки*, 2) *фотолабораторные принадлежности* и 3) *принадлежности для отделки фотоснимков*.

Внутри каждой группы ассортимент некоторых предметов все время меняется и поэтому не поддается точному учету. В приводимом далее перечне принадлежностей предусмотрены предметы постоянного ассортимента и те виды изделий непостоянного ассортимента, которые в настоящее время выпускает промышленность.

2. Принадлежности для фотографической съемки

Принадлежности для фотографической съемки имеют целью облегчить, уточнить и усовершенствовать съемочный процесс во всех его стадиях. К этой группе принадлежностей относятся следующие изделия: штативы, штативные головки, съемочные светофильтры, водоискатели, насадочные линзы, солнечные бленды, гибкие спусковые тросики, экспонометры и расчетные таблицы, фотолампы, кассеты, вкладыши для кассет, светонепроницаемые мешки, футляры для аппаратов, матовые стекла.

Приводим краткое описание этих принадлежностей и их назначение с указанием требований, которым они должны отвечать.

Штатив (деревянный и металлический) представляет собой треножную подставку, снабженную стандартным штативным винтом. Для удобства переноски штатива ножки его делают обычно трехколенными складными или выдвижными. Для устойчивости концы ножек заострены.

Основные требования, предъявляемые к штативам, — прочность и устойчивость. Резьба винта должна выступать над поверхностью площадки на 1,5—2 витка. На деревянных штативах

площадка для фотоаппарата должна быть оклеена мягкой материей (например, фланелью). Закрепление ножек должно быть прочным и надежным.

Кроме треножных штативов, выпускают так называемые карманные металлические штативы типа струбцинки. Благодаря особой конструкции и наличию специального шурупа, карманные штативы могут быть укреплены на столе, стуле, столбе, стволе дерева и т. д.

Карманные штативы снабжены шаровыми штативными головками, позволяющими придать аппарату тот или иной наклон.

Штативная головка (металлическая) является добавочным приспособлением к треножным штативам, состоит из стойки, шарового шарнира, штативного винта с контргайкой и стопорного винта с ключом. Служит для изменения наклона аппарата без перемещения штатива.

Съемочный светофильтр — окрашенное стекло в специальной оправе, с помощью которой он надевается на оправу объектива.

Съемочные светофильтры предназначены в основном для получения на снимках правильной тональной цветопередачи. Такие светофильтры называются компенсационными.

Сенсибилизированные фотографические материалы, вследствие их относительно высокой чувствительности к сине-фиолетовым лучам спектра, сами по себе еще не дают на снимке правильной цветопередачи. Последняя может быть получена путем ослабления действия сине-фиолетовых лучей. Это достигается тем, что на объектив фотоаппарата надевают светофильтр, поглощающий сине-фиолетовую зону спектра.

С точки зрения правильной цветопередачи компенсационными являются такие светофильтры, которые частично пропускают сине-фиолетовые лучи, но не поглощают их полностью. Такими являются некоторые желтые светофильтры.

На практике, однако, применяют и такие светофильтры, которые полностью поглощают сине-фиолетовые лучи (плотные желтые, оранжевые, красные). Строго говоря, они не являются компенсационными, поскольку они не компенсируют, т. е. не уравнивают действия различных лучей, а полностью исключают действие сине-фиолетовых. Такое действие светофильтров также приводит к нарушению баланса цветных лучей, но в направлении, противоположном тому, которое получается при съемке без светофильтра.

Вопрос о том, какой из светофильтров дает правильную цветопередачу, не может быть решен названием какого-либо одного конкретного светофильтра, так как эффект правильной цветопередачи зависит также и от характера и степени сенсибилизации негативного материала, от спектрального состава, при-

меняемого при съемке освещения, и, наконец, от цветности самого объекта съемки.

Точная спектральная характеристика светофильтров может быть получена путем измерения их избирательного поглощения (или пропускания) с помощью специальной измерительной аппаратуры.

Наибольшее применение имеют желтые светофильтры различной плотности. Различают светлые, средние и плотные желтые светофильтры.

В зависимости от цвета светофильтры применимы для следующих негативных материалов.

Цвет светофильтра	Применение
Желтый	Для всех сенсибилизированных материалов
Оранжевый	Для изохроматических, панхроматических и изопанхроматических материалов
Зеленый	Для изоортохроматических, изохроматических и изопанхроматических материалов
Красный	Для панхроматических и изопанхроматических материалов.

Частично или полностью поглощая сине-фиолетовые лучи, всякий светофильтр, естественно, вызывает увеличение выдержки.

Число, показывающее, во сколько раз, пользуясь светофильтром, следует увеличить выдержку для получения на том же материале того же результата, что и при съемке без светофильтра, называется **кратностью** (или фактором) светофильтра.

Кратность не является величиной постоянной для данного светофильтра. Она зависит от степени сенсибилизации светочувствительного слоя: чем выше светочувствительность слоя, например, к желтым лучам, тем ме́ньшее увеличение выдержки потребует для него желтый светофильтр, тем меньше будет кратность такого светофильтра.

Очень часто, желая дать характеристику светофильтру, называют его кратность. Многие покупатели также пользуются этой характеристикой и, обращаясь к продавцу фототоваров, просят отпустить им двукратный или трехкратный светофильтр.

Однако такая характеристика светофильтра, без учета всех остальных условий, является весьма неопределенной.

Не следует также отожествлять номер светофильтра с его кратностью, что часто делают малоопытные товароведы, считая, что светофильтр № 2 является двукратным, № 3 — трехкратным и т. д.

Номера, присваиваемые иногда светофильтрам, являются условными, не имеющими прямой связи с его кратностью, равно как и всякие другие условные обозначения (например, ЖС-12 или ОС-12), которые также не имеют ничего общего с кратностью светофильтра.

Кратность светофильтра не может быть выражена одним числом, поэтому к светофильтру обычно прилагается паспорт, в котором даются указания о кратности данного светофильтра применительно к различно сенсибилизированным фотографическим материалам. Указания эти также являются приближенными и ориентировочными.

Советская промышленность выпускает в настоящее время четыре компенсационных светофильтра:

Светофильтр ЖС-12 — светложелтый
" ЖС-17 — желтый средней плотности
" ЖС-18 — желтый плотный
" ОС-12 — оранжевый

В табл. 16 приведена средняя кратность светофильтров для отечественных негативных фотоматериалов применительно к полуденному освещению.

Таблица 16

Марка светофильтра и границы спектрального поглощения	Пластинки			
	—	Изоорто	Изохром	Панхром
	Пленки			
	Ортохром	—	Изохром	Изопанхром и Панхром
	Кратность			
ЖС—12 (450 мμ)	3	2	1,5	1,5
ЖС—17 (490 мμ)	4	3	2	1,5
ЖС—18 (510 мμ)	6	4	3	2
ОС—12 (550 мμ)	неприменим	6	5	2,5

Светофильтры поступают в продажу упакованными в плотные картонные коробки. К каждому светофильтру прилагается руководство к пользованию.

Видоискатель служит для наведения объектива на фотографируемый объект. В качестве фотографических принадлежностей отдельно от фотоаппаратов в продажу выпускаются только специальные видоискатели, предназначенные для сменных объективов. В настоящее время выпускают универсальный видоискатель для сменных объективов фотоаппаратов Зоркий и Киев. Видоискатель подходит также и к аппаратам ФЭД.

Универсальный видоискатель рассчитан на объективы с $F =$ 28, 35, 50, 85 и 135 мм. Для устранения параллакса, вызванного

довольно большим расстоянием между оптическими осями объективов фотоаппарата и универсального видоискателя, последний снабжен устройством, позволяющим вносить соответствующую поправку в поле зрения видоискателя смещением его кадровой рамки. Для пользования этим устройством на ободке револьверного диска видоискателя имеются значки для установки видоискателя при съемке на близком расстоянии.

Поскольку универсальный видоискатель является точным оптическим прибором, осмотр его должен производиться так же, как производится осмотр объективов (см. стр. 69). Видоискатель поступает в продажу в картонной или пластмассовой коробке, выложенной ватой. К каждому видоискателю прилагается технический талон.

Насадочные линзы представляют собой простые собирательные или рассеивающие линзы в оправах. Насадочные линзы предназначены для удлинения или сокращения фокусного расстояния объектива и соответственного уменьшения или увеличения угла и масштаба даваемого объективом изображения. Применяются они главным образом при съемке с близкого расстояния и при репродукционных работах.

Линзы поступают в продажу в плотных картонных коробках или в кожаных футлярах. К каждой линзе прилагается талон с ее техническими характеристиками и руководство к пользованию.

Солнечные бленды представляют собой короткие трубки конической формы. Бленды служат для защиты объектива от попадания в него ярких косых лучей света. Изготовляют их из тонкого металла или черной пластмассы; изнутри они покрыты матовым черным слоем.

Бленда не должна заслонять рабочих лучей. Проверку этого качества бленд можно произвести пробной съемкой или просмотром изображения на матовом стекле аппарата. Если бленда заслоняет рабочие лучи, то углы полученного негатива или матового стекла окажутся без изображения. Такие бленды следует считать негодными.

Гибкие спусковые тросики представляют собой многовитковую пружину, обтянутую оплеткой наподобие электрошнура. Внутри пружины ходит 3—5-жильный стальной тросик, снабженный с одного конца кнопкой, а с другого металлическим толкачом. Спусковые тросики бывают различной длины, но все они имеют стандартный винтовой наконечник, с помощью которого ввинчиваются в специальное гнездо затвора фотоаппарата.

Гибкие спусковые тросики предназначены для плавного приведения в действие затвора аппарата. При проверке качества спусковых тросиков следует убедиться в стандартности резьбы его наконечника, достаточной прочности и гибкости. Все это делается путем практического опробования на аппарате.

Экспонометры и расчетные таблицы выпускают в помощь малоопытным фотографам; служат они для определения выдержки при фотосъемке. Приборы выпускают под различными названиями (экспонометры, экспозиметры, фотометры, автофотометры и др.).

Экспонометры бывают двух типов: оптические и фотоэлектрические. Последние в настоящее время в виде отдельных приборов не выпускают; их устанавливают только на аппаратах Киев-III (см. стр. 98). Действие оптических экспонометров основано на поглощении света, проходящего через оптический клин, вделанный в прибор.

Прибор направляют на фотографируемый объект, после чего перемещают оптический клин до тех пор, пока в тенях наблюдаемого объекта детали станут неразличимыми. Далее с помощью калькулятора, имеющегося на приборе, определяют выдержку.

Пользование расчетными таблицами и приборами основано на подборе ряда условий, обозначенных на шкалах прибора, соответствующих условиям съемки, и на совмещении делений этих шкал.

К каждому экспонометру или расчетному прибору прилагается руководство к пользованию.

Определение качества экспонометров и расчетных приборов производится путем пробных съемок.

Грубые ошибки в выдержке, обнаруженные по полученным негативам, свидетельствуют о непригодности прибора.

Фотолампы отличаются большой яркостью при сравнительно небольших габаритах. Высокая светоотдача ламп достигается значительным перекалом светящейся нити ламп, что, естественно, сокращает срок их службы.

Лампы выпускают двух мощностей — 275 и 500 ватт и для двух напряжений — 127 и 220 вольт. Срок горения ламп мощностью в 275 ватт — 2 часа, 500 ватт — 6 часов, поэтому в практической работе лампы включаются на короткие отрезки времени, достаточные, чтобы дать необходимую выдержку. Колбы ламп матированы изнутри.

К каждой лампе прилагается руководство к пользованию, содержащее также сведения о выдержках.

Проверка фотоламп производится включением их в электросеть на короткий момент.

Вкладыши для кассет (деревянные и металлические) предназначены для применения пластинок ме́ньшего формата, чем кассеты.

При проверке вкладышей следует обращать внимание на точность размеров, надежность крепления в кассетах, устойчивость в них фотопластинок.

Кассеты в продажу выпускаются дополнительно к пластиночным и кинопленочным фотоаппаратам. Кассеты должны быть светонепроницаемыми и стандартных размеров. Размер кассет проверяют, помещая их в соответствующие аппараты.

Светонепроницаемые мешки по форме напоминают муфту с двумя нарукавниками, затягивающимися резиновыми обхватами. Мешки служат главным образом для перезарядки кассет на свету. Основное требование к ним — полная светонепроницаемость.

Выборочная проверка мешков совершается следующим образом: в полной темноте в мешок помещают фотопластинку, наполовину закрытую черной бумагой, после чего, надев мешок на руки, выходят на яркий солнечный свет. В случае, если в мешок проник свет, то при проявлении открытая часть пластинки должна потемнеть. Такие мешки следует считать негодными.

Матовые стекла выпускаются разных размеров, предназначены для пластиночных фотоаппаратов. Они должны быть стандартной толщины и мелкоматированными.

Футляры для фотоаппаратов и других изделий изготовляют из кожи. Качество их определяют наружным осмотром. Футляры для фотоаппаратов ФЭД, Зоркий и Киев должны быть снабжены переходной штативной гайкой.

3. Лабораторные фотопринадлежности

Лабораторные фотопринадлежности предназначены для проведения различных лабораторных работ по обработке фотографических материалов (проявление, фиксирование, промывка, сушка, тонирование и т. д.).

К лабораторным фотопринадлежностям относят: фотоувеличители, копировальные рамки, лабораторные фонари, ванночки, проявочные бачки, ленты «коррекс», сушильные станки, зажимы для сушки пленки.

Фотоувеличители предназначены для получения увеличенных фотоснимков методом оптической проекции. Почти все современные фотоувеличители сконструированы так, что дают проекцию на горизонтально поставленный экран.

В настоящее время наша промышленность выпускает фотоувеличители У-2 и Ленинград типа ФУ-1.

Увеличитель У-2 предназначен для малоформатных кинопленочных негативов (24×36 мм) и допускает десятикратное линейное увеличение.

Для закладывания негативов увеличитель снабжен откидывающейся вниз негативной рамкой. Увеличитель выпускают без объектива, что значительно удешевляет его производство. Объек-

тивом может служить нормальный объектив камеры ФЭД ($F = 50$мм) с относительным отверстием 1 : 3,5 или однотипный с ним нормальный объектив камеры Зоркий — Индустар-22 с теми же оптическими данными. Кроме того, специально для целей увеличения, как уже упоминалось, выпускаются объективы И-22у с упрощенной конструкцией оправы.

Увеличитель У-2 рассчитан на нормальную осветительную лампу мощностью 60 ватт, снабжен двухлинзовым конденсатором и светорассеивателем (матовым стеклом), который при желании может быть удален.

Увеличитель Ленинград имеет те же технические данные, что и увеличитель У-2, отличается от него лишь формой осветительной части и конструкцией негативной рамки. Последняя для зарядки извлекается из пазов кадровой рамки увеличителя. Негативная рамка увеличителя снабжена устройством для установки четырех корректирующих светофильтров, что делает увеличитель пригодным для цветной печати.

Фотоувеличители поступают в продажу в разобранном виде. Все части увеличителя завернуты в бумагу и упакованы в коробку из плотного картона. Каждый увеличитель снабжен техническим паспортом с отметкой ОТК о годности изделия.

Увеличитель проверяют в собранном виде, обращая внимание на его устойчивость, отсутствие вибрации и качаний. Затем проверяют равномерность освещения экрана и надежность закрепления лампы в различных положениях.

После этого проверяют плавность передвижения кронштейна осветительной части увеличителя вдоль штанги и надежность закрепления кронштейна.

Проверка завершается осмотром линз конденсатора.

Более полная проверка требует лабораторного испытания увеличителя.

Копировальные рамки предназначены для контактной печати, выпускают их форматом $6{,}5 \times 9$; 9×12 и 13×18 см.

Копировальную рамку обычно изготовляют из сухого выдержанного дерева. Проверка копировальных рамок заключается в их внешнем осмотре, проверке габаритов и надежности действия прижимных пружин.

Важным условием является плотное прилегание крышки ко всем четырем сторонам рамки. Перекосы и качание крышки не допускаются.

Лабораторные фонари различных конструкций предназначены для освещения фотолаборатории неактиничным, т. е. не действующим на светочувствительный слой, светом.

Лабораторные фонари снабжены либо несколькими сменяющимися светофильтрами разных цветов, применительно к различным фотоматериалам, либо одним светофильтром.

Фонарь должен быть совершенно светонепроницаемым для белых лучей; светофильтры должны быть неактиничными.

С точки зрения этих двух требований качественную проверку фонарей следует производить лабораторным путем, пользуясь теми светочувствительными материалами, для которых предназначен испытуемый светофильтр. Светочувствительный материал (пластинку, пленку, бумагу) прикрывают наполовину и в течение $1-1^1/_2$ минут освещают фонарем на расстоянии 25—30 см, после чего проявляют. Потемнение освещенной части светочувствительного материала указывает на непригодность светофильтра. Тем же способом производится проверка лабораторных светофильтров, поступающих в продажу отдельно от фонарей.

Фотографические ванны для обработки пластинок, плоских форматных пленок и фотобумаг представляют собой плоские сосуды различных размеров. В настоящее время наиболее распространены ванны из целлулоида и пластмассы.

Проявочные бачки предназначаются для проявления катушечных пленок. Они бывают двух видов: простые и двуспиральные универсальные.

Простой бачок представляет собой цилиндрический сосуд из черной пластмассы с герметически навинчивающейся на него крышкой. Бачок требует применения ленты «коррекс». Емкость бачка — 250 см³.

Двуспиральный универсальный бачок состоит из резервуара, крышки, рукоятки и катушки со спиральными канавками. Стенки катушки могут раздвигаться и сдвигаться применительно к пленкам различной ширины. Емкость бачка — 750 см³.

Для проявления кинопленки малоформатных аппаратов, кроме двуспирального универсального бачка, выпускают спиральный бачок. Он состоит из резервуара, крышки и разъемной катушки. Последняя в свою очередь состоит из верхнего плоского диска и нижнего диска со спиралью.

Все бачки изготовляются из черной светонепроницаемой пластмассы. Качество бачков определяется полной светонепроницаемостью и надежностью укрепления в них проявляемой пленки.

Выборочная проверка бачков производится лабораторным путем. Бачки (кроме простого) упаковывают в плотные картонные коробки. К каждому бачку прилагается руководство к пользованию.

Ленты «коррекс» предназначены для проявления пленок в простых бачках и представляют собой целлулоидные ленты с небольшими полушаровыми выпуклостями вдоль обоих краев. «Корректы» бывают односторонние (с выпуклостями, обращенными в одну сторону) и двусторонние (с выпуклостями, обращенными в обе стороны). Последние при свертывании в рулон имеют бо́льший диаметр, чем первые.

Качественная проверка лент «коррекс» сводится к их внешнему осмотру и проверке их размеров.

Сушильные станки предназначены для сушки фотопластинок и представляют собой козелки с прорезями. Станки изготовляются из сухого дерева. Проверка качества производится осмотром их.

Зажимы для сушки пленки представляют собой металлические держатели, скрепляемые с концом пленки для подвески ее на время сушки.

Кроме перечисленных изделий, составляющих основу ассортимента лабораторных фотопринадлежностей, выпускается еще ряд мелких изделий, не требующих специального описания и особой проверки их качества. Сюда относятся мерительные стаканы (мензурки), воронки, стеклянные палочки для размешивания растворов и др.

4. Принадлежности для отделки фотоснимков

Ассортимент принадлежностей, предназначенных для отделки фотоснимков, в основном включает в себя следующие изделия: ретушевальные станки, резиновые валики и резаки.

Ретушевальные станки предназначены для ретуши негативов и рассчитаны на негативы различных форматов — до 18×24 см включительно. Изготовляют их из дерева. Качество ретушевальных станков проверяется осмотром и опробованием в работе.

Резаки предназначены для обрезывания отпечатков, состоят из столика и ножа с рукояткой. Выпускают резаки с прямым ножом и фигурным. Последние дают фигурный обрез. В настоящее время выпускают металлические резаки, рассчитанные на формат открытки.

Периодически в продажу поступают резаки профессионального типа, изготовленные из дерева и рассчитанные на формат до 24×30 см.

Резиновые валики предназначены для прикатывания фотоотпечатков к стеклу или другим поверхностям с тем, чтобы получить зеркально-глянцевитый блеск.

В отличие от всех других видов фототоваров фотографические принадлежности могут быть первого и второго сортов.

Принадлежности с незначительными наружными дефектами, не влияющими на эксплуатационные качества изделий и не нарушающими их внешний товарный вид, выпускаются в продажу вторым сортом.

Хранить фотографические принадлежности следует на стеллажах и в сухих, отапливаемых помещениях.

ГЛАВА VI

ФОТОХИМИЧЕСКИЕ ТОВАРЫ

1. Классификация фотохимических товаров

Химическая обработка светочувствительных материалов занимает большое место в процессе получения фотографического изображения.

Кроме основных фотопроцессов — проявления и фиксирования, — в фотографии находит применение еще ряд вспомогательных, как, например, ослабление и усиление фотографического изображения, изменение цвета изображения (тонирование), дубление эмульсионных слоев и т. п.

Во всех этих процессах применяются химические вещества, получившие название фотохимических, хотя такое название можно считать условным, поскольку подавляющее большинство этих веществ находит применение и в ряде других областей науки и техники, ничего общего с фотографией не имеющих.

Как товары фотохимические вещества удобнее всего подразделить на две группы: химические вещества и сухие химические смеси. К числу первых относятся однородные вещества, предназначенные для составления фотографических растворов по рецептам, к числу вторых — готовые дозированные смеси, обычно в небольших порциях, предназначенные для непосредственного получения рабочих фотографических растворов.

2. Фотохимические вещества и смеси

Номенклатура химических веществ, применяемых в фотографии, довольно обширна и насчитывает десятки названий.

Для приготовления фотографических растворов можно пользоваться только веществами химически чистыми, выпускаемыми также с обозначением «фото», или чистыми для анализа. Вторые отличаются еще лучшей очисткой, чем первые.

Кроме того, химические вещества бывают двух видов — кристаллические и безводные. Первые содержат в себе кристаллизационную воду, вторые свободны от нее.

Для фотографии одинаково пригодны кристаллические и безводные вещества, однако кристаллические вещества, поскольку они содержат воду, должны быть взяты всегда в бо́льшем количестве, чем безводные. Более удобны для применения и лучше сохраняются безводные вещества.

В табл. 17 приведены равноценные весовые количества кристаллических и безводных веществ, применяемых в фотографии.

Таблица 17

Вещества	Кристаллические	Безводные
Сода	1,0	0,4
„	2,7	1,0
Сульфит натрия	1,0	0,5
„ „	2,0	1,0
Поташ	1,0	0,8
„	1,3	1,0
Тиосульфат натрия (гипосульфит)	1,0	0,6
„ „	1,7	1,0

Правильное составление ассортимента фотохимических веществ возлагается на товароведа фотографических товаров и требует от него достаточно ясного представления о роли этих веществ в фотографических процессах.

Прежде всего необходимо знать о роли веществ, входящих в основные фотографические растворы — проявители и фиксажи.

Проявители. В состав проявителей входит не более пяти веществ и лишь в специальные проявители — шесть или семь (не считая воды).

Большое разнообразие рецептов проявителей определяется различными комбинациями этих веществ и различным их количеством.

Основным компонентом в проявителе является проявляющее вещество, которое, восстанавливая освещенное бромистое серебро эмульсии, превращает его в металлическое серебро. Само проявляющее вещество при этом окисляется, выделяя продукты окисления в раствор.

Наибольшим распространением пользуются три вида проявляющих веществ — метол, гидрохинон и парааминофенол.

Для придания проявителю более универсальных свойств обычно применяют смесь метола с гидрохиноном, либо парааминофенола с гидрохиноном.

Для предохранения проявителя от быстрого окисления в него вводят сульфит натрия и изредка метабисульфит калия.

Продукты окисления, образующиеся в процессе проявления, попадая в раствор, замедляют ход проявления, и, чтобы активизировать действие проявителя, в последний вводят какую-либо щелочь (углекислую или едкую). В качестве углекислых щелочей для проявителей применяют поташ (углекислый калий) или соду (углекислый натрий). Более энергичные едкие щелочи — едкое кали и едкий натр — применяют реже.

Активизируя действие проявителя, щелочь ускоряет процесс проявления.

Наконец, для задерживания образования вуали в проявители вводят небольшие количества бромистого калия или (реже) бромистого натрия. Эти вещества получили название противовуалирующих.

В фотографической практике проявители подразделяются на негативные, предназначенные для проявления негативных материалов, и позитивные, предназначенные для проявления позитивных материалов. Отличие первых от вторых заключается главным образом в том, что негативные проявители имеют бо́льшую концентрацию веществ, чем позитивные.

Большинство негативных проявителей после разбавления водой можно использовать в качестве позитивных.

Основными фотографическими характеристиками проявителей являются: скорость действия, влияние на контрастность и зернистость изображения.

Скорость действия — время, в течение которого проявитель полностью проявляет скрытое фотографическое изображение.

По этому признаку негативные проявители могут быть разделены на следующие четыре группы:

1) медленные проявители с временем проявления от 10 минут и больше;

2) средние проявители с временем проявления от 4 до 8 минут;

3) быстрые проявители с временем проявления от 2 до 3 минут;

4) сверхбыстрые проявители с временем проявления до $1-1^1/_2$ минуты.

По степени влияния на контрастность изображения различают проявители, работающие мягко, нормально, контрастно и особо контрастно.

Важно также учесть, что с увеличением времени проявления степень контрастности изображения возрастает. Например, с увеличением времени проявления мягко работающие проявители могут дать изображения более контрастные, чем контрастно работающие при сокращенном времени проявления.

Поэтому подразделение проявителей на различные виды по степени контрастности является в значительной степени условным и должно пониматься как результат скорости действия проявителей. Контрастные проявители дают величину максимального контраста в более короткое время, чем мягкие. Таким образом, быстро работающие проявители обычно являются контрастными, а медленно работающие — мягкими.

По степени влияния на зернистость изображения проявители делятся на обыкновенные и мелкозернистые.

Возникновение зернистости фотографического изображения в большей мере связано с природой эмульсии и степенью проявленности светочувствительного слоя. С увеличением времени проявления и с соответственным возрастанием оптических плотностей зернистость увеличивается. Влияние состава проявителя на степень зернистости сравнительно невелико. Мелкозернистая работа проявителей объясняется главным образом тем, что, вследствие значительного содержания растворителя галоидного серебра (таким является сульфит натрия) и малого содержания щелочи, проявители эти приобретают выравнивающие свойства, работают медленно и проявление в них ведется до получения невысоких плотностей.

Следует, однако, обратить внимание на то, что в промышленности очень часто присваивают проявителям названия, не предусмотренные приведенной классификацией и иногда недостаточно понятные. Так, например, на рынок выпускают проявители универсальные. Под этим названием следует понимать пригодность проявителя как для негативных, так и для позитивных материалов. Быстроработающие проявители иногда выпускают под названием скоростных.

Фиксажи. Главной составной частью всех фиксирующих растворов является тиосульфат натрия (гипосульфит).

Обыкновенный фиксаж представляет собой раствор тиосульфата и натрия в воде. Кроме обыкновенных применяются кислые, кислые дубящие и быстрые фиксирующие растворы, в состав которых, кроме тиосульфата натрия, входят кислые соли или кислоты, (метабисульфит калия, борная, лимонная или уксусная кислоты), дубящие вещества (квасцы) и ускоряющие вещества (обычно хлористый аммоний).

Кислые фиксажные растворы отличаются от обыкновенных значительно лучшей сохраняемостью; кроме того, они мгновенно останавливают процесс проявления и устраняют желтые пятна, иногда возникающие при проявлении.

Кислые дубящие фиксажи обладают теми же свойствами, что и кислые, но одновременно задубливают желатиновый слой, делают его более стойким к повышенной температуре. Поэтому кислые дубящие фиксажи применяются летом.

Быстрые фиксажи отличаются от других быстрым действием — в 2 раза быстрее, чем обыкновенный, и в 3 раза быстрее, чем кислый дубящий.

В виде сухих смесей в продажу выпускают фиксажи под следующими названиями: кислый, быстро работающий или быстрый и кислый дубящий. Кислые фиксажи иногда называются кислой фиксажной солью.

Усилители. Усилители предназначаются для усиления негативов в случае недопроявки.

В настоящее время в продажу выпускают усилители в сухих смесях двух видов: усилитель, состоящий из красной кровяной соли и смеси сернокислой меди и щавелевокислого калия, и медный усилитель, состоящий из сернокислой меди и бромистого калия. Составные части усилителя отделены в патроне корковой или картонной прокладкой.

Оба усилителя, по существу, являются отбеливателями. Негативы, погруженные в раствор усилителя, постепенно белеют. Усиление (чернение) достигается последующей обработкой негативов в проявителе, в растворе сульфита натрия или азотнокислого серебра.

Ослабители. Ослабители предназначаются для ослабления негативов в случае их перепроявки.

В настоящее время в продажу выпускают ослабители в сухих смесях двух видов: медный ослабитель, состоящий из сернокислой меди и хлористого натрия, и фармеровский ослабитель, состоящий из гипосульфита и красной кровяной соли. Составные части ослабителя отделены в патроне корковой или картонной прокладкой.

Виражи. Виражи предназначены для тонирования черно-белых бромосеребряных фотоотпечатков в различные цветные тона.

Виражи фасуются только в стеклянные патроны, закупоренные корковой или резиновой пробкой, залитой смолкой.

Составные части виражей отделены в патроне корковой или картонной прокладкой.

В настоящее время в продажу выпускают следующие виражи:

1) вираж красно-фиолетовый, состоящий из сернокислой меди и смеси щавелевокислого калия, красной кровяной соли и углекислого калия;

2) вираж синий, состоящий из лимоннокислого аммиачного железа и смеси красной кровяной соли и виннокаменной или лимонной кислоты;

3) вираж сепия (коричневый), состоящий из смеси красной кровяной соли и бромистого калия или безводной соды и смеси тиомочевины и углекислого калия, либо из сернистого натра и сульфита натрия (безводного);

4) вираж Универсаль, состоящий из красной кровяной соли и смеси щавелевокислого аммония, щавелевой кислоты и сернокислой меди. Вираж Универсаль позволяет получить различные цветные тона.

Кроме сухих смесей, в продажу поступают также наборы патронов или химических веществ. Наборы патронов состоят обычно из проявителя и фиксажа. Наборы химических веществ содержат основные фотохимические вещества в небольших весовых количествах. Такие наборы выпускают как для черно-белой, так и для цветной фотографии.

В ассортимент химических веществ входит также лак матолеин для ретуши негативов и декстриновый клей для наклейки отпечатков (сухой или в виде пасты).

Перечень основных химических веществ, применяемых в фотографии, с кратким описанием их внешнего вида и назначения приведен в табл. 18.

Таблица 18

Название вещества	Внешний вид	Основное применение в фотографии
Амидол (диамидофенол-хлоргидрат)	Белые или серые кристаллические иглы	Энергичное проявляющее вещество. Применяется без щелочи
Аммиак в водном растворе (нашатырный спирт)	Бесцветная жидкость с резким запахом	Применяется для чернения негативов и отпечатков при усилении и при тонировании отпечатков
Аммоний азотно-кислый	Бесцветные кристаллы	Составная часть магниевых смесей
Аммоний двухромовокислый	Оранжевые кристаллы	Применяется в ослабляющих растворах для фотоотпечатков. Ядовит!
Аммоний надсернокислый	Белые гигроскопические кристаллы	Применяется в ослабителях для негативов
Бертолетовая соль	Бесцветные блестящие кристаллы	Составная часть магниевых смесей. Ядовитое и взрывчатое вещество!
Бисульфит натрия	Белый порошок с резким запахом	Составная часть кислых фиксажей.
Бура (тетраборнокислый натрий)	Белые кубические кристаллы	Составная часть некоторых мелкозернистых проявителей
Гидрохинон (парадиоксибензол)	Мелкие слегка серые блестящие кристаллы	Контрастно работающее проявляющее вещество

Продолжение

Название вещества	Внешний вид	Основное применение в фотографии
Гипосульфит (серноватистокислый натрий, тиосульфат натрия)	Бесцветные кристаллы	Фиксирующее вещество
Глицин (параоксифенилглицин)	Мелкие белые кристаллы	Медленно и мягко работающее проявляющее вещество
Железо хлорное	Желто-коричневые кристаллы	Составная часть ослабителя. Ядовито!
Золото хлорное	Мелкие коричневые кристаллы	Составная часть вирирующих растворов для фотобумаг с видимым печатанием. Ядовито!
Калий бромистый	Прозрачные кубические кристаллы	Противовуалирующее вещество в проявляющих растворах
Калий едкий	Белые куски или палочки	Применяется в проявителях как энергичная щелочь
Калий двухромовокислый (хромпик)	Красно-оранжевые кристаллы	Входит в состав усиливающих и ослабляющих растворов. Ядовит.
Калий марганцевокислый (перманганат калия)	Темновишневые кристаллы	Применяется в ослабителях, в растворах для удаления желтых пятен, как составная часть в магниевых смесях и для определения содержания гипосульфита в промывной воде.
Калий лимоннокислый	Кристаллы в виде игл	Входит в состав вирирующих растворов.
Квасцы алюмокалиевые	Бесцветные кристаллы	Вещество, дубящее желатину. Применяется в дубящих фиксажах.
Квасцы хромокалиевые	Темнофиолетовые кристаллы	То же
Кислота борная	Чешуйчатые прозрачные кристаллы	Составная часть кислых фиксажей
Кислота виннокаменная	Крупные бесцветные кристаллы	Составная часть кислых фиксажей
Кислота лимонная	Бесцветные кристаллы	Входит в состав кислых фиксирующих растворов. Применяется в растворах для вирирования бромосеребряных отпечатков
Кислота серная	Густая бесцветная жидкость	Применяется в растворах кислых фиксажей. Ядовита.
Кислота уксусная	Бесцветная жидкость	Применяется в кислых фиксажах. Ядовита

Продолжение

Название вещества	Внешний вид	Основное применение в фотографии
Красная кровяная соль	Темнооранжевые кристаллы	Примеияется в ослабляющих, усилнвающих растворах, а также отбелнвающих растворах при тонировании бромосеребряных отпечатков. Ядовита.
Магннй	Серебристый порошок	В смеси с веществами, богатыми кислородом. Примеияется для осветительных вспышек.
Медный купорос (серно-кислая медь)	Голубые кристаллы	Составная часть уснлителей и ослабителей. Входит в состав тоиирующих растворов. Ядовит.
Метабисульфит калия	Бесцветные кристаллы	Прнменяется преимущественно в кислых фиксажах. Иногда в проявнтелях.
Метол (монометилпарааминофенолсульфат)	Мелкие бесцветные иглы с металлическим блеском	Эиергичное проявляющее вещество
Натрий едкий	Бесцветные кубнческие крнсталлы	Примеияется в уснлнтелях и в проявляющих растворах как энергичная щелочь. Ядовнт.
Натрий сернистый	Белые кристаллы	Примеияется для тоннрования бромосеребряных отпечатков в коричневый тон.
Натрий уксуснокислый	Бесцветные кристаллы	Составная часть вираж-фиксажей
Парааминофенол (парамидофеиол)	Бесцветные призматические кристаллы	Мягко работающее проявляющее вещество.
Перекись водорода.	Бесцветная жндкость	Применяется как разрушнтель гипосульфита. Ядовита.
Поташ (углекислый калий)	Белый порошок	Входит в состав проявляющих растворов как щелочь. Ядовит.
Свннец азотнокислый	Белые крнсталлы	Входит в состав внрирующих н усилнвающих растворов. Ядовит
Серебро азотнокислое	Бесцветные плоские крнсталлы	Прнмеияется для усиления негативов. Ядовито
Сода (углекнслый натрий)	Бесцветиые кристаллы	Входит в состав проявляющих растворов как щелочь. Ядовита
Сульфит натрия (сернистокнслый натрий, сульфит)	Бесцветные кристаллы	Коисервирующая составная часть проявляющнх растворов
Уранил азотиокислый (уран азотнокнслый)	Желто-зеленые кристаллы	Применяется для уснления негативов и тоннрования бромосеребряных отпечатков. Ядовит

Настоящий перечень не является исчерпывающе полным и предусматривает вещества, наиболее часто применяемые в фотографии.

3. Упаковка и маркировка фотохимических веществ и смесей

Качество химических веществ в процессе хранения существенно зависит от их упаковки. Многие вещества разлагаются под действием воздуха (выветриваются, сыреют и расплываются), некоторые приходят в негодность под действием света и т. д. Вещества в таком состоянии большей частью для фотографии непригодны.

Подавляющее большинство химических веществ фасуют в стеклянные банки, при этом банки с веществами, сильно подверженными влиянию влаги или воздуха, закрывают притертой стеклянной пробкой или корковой пробкой с засмоленной головкой. Банки с более устойчивыми веществами закрывают картонной крышкой, пластмассовой или корковой пробкой, обтягивают пергаментной бумагой или эластичной капсулой, иногда заливают парафином.

Из числа химических веществ в упаковке, превышающей 250 г, выпускают: гипосульфит, поташ, соду и сульфит натрия. Все остальные вещества для торговой сети фасуют весом от *10* до *150* г.

Гипосульфит, бромистый калий, двухромовокислый калий, красную кровяную соль, квасцы алюмокалиевые и хромовые, медь сернокислую и соду упаковывают как в стеклянные банки, так и в картонные коробки.

Банку или коробку оклеивают этикеткой, на которой указывают наименование вещества, весовое количество, степень химической очистки, наименование завода и его адрес и отмечают ядовитость вещества. Заводы Министерства химической промышленности обычно наносят на этикетку еще номер ГОСТа или ТУ, дату выпуска, номер серии или партии и штамп ОТК.

На этикетках всех сухих смесей, кроме наименования завода-изготовителя, заводской марки и адреса, обязательно указывается название смеси, ее назначение, способ приготовления и количество воды, на которое рассчитана данная смесь.

На этикетках сухих проявителей должно быть указано название проявителя, определяемое названием входящего в него проявляющего вещества, например метоловый, метол-гидрохиноновый, парааминофеноловый и т. д. Обязательным является также указание о порядке растворения веществ. Как правило, проявляющие сухие смеси состоят из двух частей, упакованных раздельно и тщательно изолированных одна от другой. Одна часть содержит проявляющие вещества, другая часть — содо-сульфитную смесь. Такая упаковка объясняется тем, что указанные ве-

щества, реагируя при соприкосновении друг с другом, быстро приходят в негодность.

При изготовлении рабочего раствора-проявителя сначала растворяют проявляющие вещества, а затем остальные компоненты. Именно такого рода указания и делаются на этикетке.

Наконец, на этикетке проявителей должно быть краткое указание о назначении проявителя или о характере его работы (иногда и то и другое), например мелкозернистый, быстро работающий, нормальный, универсальный для пластинок и бумаг и т. д.

На этикетках мелкозернистых проявителей должно быть указание о температуре проявляющего раствора и времени проявления пленок.

Аналогичные указания делаются и на этикетках всех других сухих смесей. На этикетках усилителей даются указания о дополнительном растворе для чернения негативов.

Кроме этих обязательных сведений некоторые заводы снабжают этикетки и некоторыми дополнительными данными, например датой выпуска продукции, номером ГОСТа, указанием о количестве фотоматериала, которое можно обработать в данном рабочем растворе, и т. д.

Наборы упаковывают в плотные картонные коробки и снабжают перечнем веществ. На этикетке указывается марка, наименование и адрес завода-изготовителя, название набора и дата выпуска.

4. Качественная проверка фотохимических веществ и смесей

Проверку химических веществ в торговой сети чаще всего производят путем их наружного осмотра и опробования в действии. Каждое химическое вещество имеет свой характерный внешний вид, по которому при наличии некоторого опыта можно установить качество химического вещества.

Основными видами брака фотографических веществ являются:

засоренность посторонними веществами или мусором; химическая недоброкачественность (окисление, разложение, выветривание, недостаточная химическая очистка, наличие примесей других веществ);

плохая или неправильная упаковка, не соответствующая ГОСТу или прейскуранту розничных цен;

несоответствие названия на этикетке содержимому коробки, банки или пакета; отсутствие этикетки.

Если вопрос о годности химикалий не может быть решен осмотром, то их годность устанавливают химико-аналитическими и фотографическими испытаниями.

Для лабораторно-фотографического испытания следует составить тот или иной рабочий раствор с введением в него испытуемого химического вещества и опробовать действие рас-

твора. Разумеется, доброкачественность всех остальных веществ, входящих в раствор, должна быть обеспечена.

Товароведу следует знать, как простейшим способом определить то или иное вещество. Ниже приводятся характерные реакции, которыми можно воспользоваться для указанных целей.

Гидрохинон. Если к раствору гидрохинона прибавить азотной кислоты, раствор окрасится в красный цвет, а спустя некоторое время в желтый. При нагревании гидрохинон плавится, не разлагаясь, внесенный на кончике ножа в пламя свечи горит.

Гипосульфит (тиосульфат натрия). Если к раствору гипосульфита прибавить соляной, серной или любой другой кислоты, то выделится сернистый газ и образуется осадок серы. Раствор гипосульфита обесцвечивает раствор иода в спирте (настойка иода, поступающая в продажу).

Бромистый калий. Если к раствору бромистого калия прибавить раствор азотнокислого серебра, то выпадет желтый осадок бромистого серебра, который на свету при прибавлении проявителя быстро чернеет.

Метабисульфит калия. Если к раствору метабисульфита калия прибавить кислоты, то выделится сернистый газ. Раствор метабисульфита калия обесцвечивает подкисленный раствор марганцевокислого калия.

Метол. Если к раствору метола прибавить раствор азотнокислого серебра, то образуется белый осадок, темнеющий на свету. При смешивании раствора метола, подкисленного соляной кислотой, с раствором хлористого бария выпадает белый нерастворимый в воде осадок (сернокислый барий). При нагревании метол разлагается, не плавясь (отличие от гидрохинона).

Парааминофенол. Если к раствору парааминофенола, слегка подкисленному соляной кислотой, прибавить раствор хлористой извести, то раствор окрасится в фиолетовый цвет и выделится желтый хлопьевидный осадок.

Поташ. Если к раствору поташа прибавить какой-либо кислоты, то произойдет бурное шипение с выделением углекислого газа. Если прибавить раствор виннокаменной кислоты, то образуется большой осадок (в отличие от соды, в растворе которой осадок не образуется).

Сода. Если к раствору соды прибавить виннокаменной кислоты, то произойдет шипение с выделением углекислого газа. Раствор остается прозрачным (в отличие от поташа, в растворе которого образуется белый осадок).

Сульфит натрия. Если к раствору сульфита натрия прибавить соляной, серной или азотной кислоты, то выделится сернистый газ с резким удушливым запахом. Раствор останется прозрачным.

ГЛАВА VII

ОРГАНИЗАЦИЯ И ТЕХНИКА ТОРГОВЛИ ФОТОГРАФИЧЕСКИМИ ТОВАРАМИ

1. Обязанности товароведа фототоваров

Успешная торговля фототоварами в значительной степени зависит от обеспечения магазина или отдела полным ассортиментом этих товаров в достаточном количестве. Товароведу торга или базы необходимо своевременно и правильно составлять заявки и спецификации на эти товары, вести предварительные переговоры с поставщиками по вопросу своевременного заключения договоров.

Немаловажное значение имеет и проверка выполнения поставщиками их договорных обязательств, особенно по фотохимическим товарам. Отсутствие или недостаточное количество химических товаров тормозит сбыт светочувствительных материалов, которые имеют определенный срок годности и при длительном хранении утрачивают свои качества, вследствие чего они не подлежат ни уценке, ни продаже, ни возврату поставщику.

Затоваривание торговой сети светочувствительными материалами обычно ведет к замедлению товарооборота и, в конечном счете, к просрочке времени хранения товаров и к снижению их качества.

Учет потребительского спроса также входит в круг обязанностей товароведа. Не следует забывать, что спрос на фототовары снижается в осенне-зимний период и повышается в весенне-летний.

В осенне-зимний период покупатели требуют преимущественно фотографическую бумагу, химические вещества и лабораторные принадлежности; весной повышается спрос на все фототовары и особенно на химикалии, негативные материалы и фотобумагу.

Летом спрос достигает своей наивысшей точки.

Следует также учесть, что при съемках в весенне-летний период могут успешно применяться негативные материалы не только высокой, но и средней и даже низкой чувствительности. Зимой потребность покупателей в этих материалах уменьшается,

но зато летом спрос на них так же велик, как и на материалы высокой и высшей чувствительности.

В условиях однотонного, серого, рассеянного освещения весной и осенью наибольшим спросом пользуются контрастные сорта негативных материалов, а летом в условиях контрастного освещения — нормальные. Зимой контрастность натурной съемки увеличивается, поэтому нормальные пластинки и пленки также пользуются относительно бо́льшим спросом.

Товаровед должен учитывать и годовой спрос фототоваров, который зависит от плотности, состава населения данной местности и от ряда других причин.

Для расширения ассортимента фототоваров товароведу следует установить связь с предприятиями местной промышленности, промысловой кооперации, цехами ширпотреба государственных фабрик и заводов. Это позволит организовать на местах дополнительные источники получения товаров.

Чтобы обеспечить своевременный сбыт светочувствительных материалов, необходимо иметь в магазинах химические вещества в мелкой расфасовке. Если в этих товарах ощущается недостаток, то мелкую расфасовку можно организовать не только на предприятиях промкооперации, но и непосредственно на базах торгов.

Производство фототоваров осуществляется предприятиями многих министерств и промысловой кооперации. Нередки случаи, когда предприятия выпускают фотоизделия в цехах ширпотреба, недостаточно обеспеченных квалифицированными фотоспециалистами, результатом чего является выпуск товаров, не отвечающих требованиям фотографической практики. Поэтому товаровед, хорошо знающий фотографические товары, может и должен помочь производству организовать выпуск высококачественной продукции.

Кроме того, товаровед должен: 1) постоянно консультировать работников торговой сети по вопросам размещения и хранения фототоваров на складах и в подсобных помещениях магазина, в магазине, в прилавочных и других витринах; 2) составлять ассортимент фототоваров в магазинах и отделах; 3) проводить семинары и беседы с целью повышения квалификации продавцов фототоваров.

Прямой обязанностью товароведа является и проверка счетов поставщиков с точки зрения правильности цен как на товары, так и на тару, а также наблюдение за своевременным и правильным составлением актов на недостачи товаров и на товары плохого качества.

Наконец, одной из наиболее важных функций товароведа и бракёра является проверка качества поступающих на склад фототоваров и наблюдение за режимом хранения.

2. Заготовка фототоваров

Организация торговли фототоварами должна прежде всего исходить из учета потребительского спроса. Как уже указывалось, некоторые фотографические товары имеют определенный срок годности, по истечении которого они не подлежат ни продаже, ни уценке, ни возврату поставщику. Поэтому товаровед должен следить за тем, чтобы товары не залеживались на складах.

При составлении ассортимента фототоваров следует учитывать, что каждая проданная коробка фотопластинок или пленок неизбежно вызывает спрос на остальные фототовары. Поэтому на каждый негатив необходимо иметь запас не менее 10 листов фотобумаги того же формата или соответствующее количество фотобумаги других форматов.

На каждый квадратный метр светочувствительных материалов следует иметь на складе фотохимических веществ на 1 л проявителя и 0,5 л фиксажа. Точно установить необходимое количество веществ можно либо с помощью общепринятых рецептов проявителей и фиксажей, либо по табл. 19.

Таблица 19

Название химикалий	Количество (в г)	Название химикалий	Количество (в г)
Метол	4—5	Бромистый калий	5—8
Парааминофенол	4—5	Гипосульфит	125—150
Гидрохинон	8—10	Калий метабисульфит	15—20
Сульфит натрия кристаллический	50—100	Красная кровяная соль	4—5
Сода безводная	50—80	Сернистый натрий	10—15
или поташ	85—120		

Учитывая, однако, что фотографические растворы в среднем используются на 50% их «работоспособности», количество указанных в таблице веществ целесообразно удвоить.

Количество фотопринадлежностей находится в прямой зависимости от количества фотоаппаратов. На каждый аппарат следует иметь по крайней мере полный комплект фотопринадлежностей.

Согласно приказу Министерства торговли СССР № 900-а от 18 марта 1949 г. введен следующий обязательный ассортиментный минимум по фототоварам:

1. Фотоаппараты — 4 вида
2. Фотоувеличители — 1 вид
3. Фотобачки для проявления ролевых пленок — 2 вида
4. Фотованны (кюветы) — 3 „
5. Фотопленка ролевая — 2 вида
6. Фотопластинки и фотопленки плоские — 2 „
7. Проявители — 2 „
8. Фиксажи — 1 вид

Для учета потребительского спроса товаровед должен хорошо знать основные правила работы магазина, изложенные в приказе Министерства торговли СССР № 107 от 14 февраля 1951 г.

Этот приказ обязывает продавцов систематически вести запись отсутствующих в магазине товаров, которые пользуются наибольшим спросом, и ежедневно передавать эти записи заведующему отделом (секцией) для того, чтобы пополнить ассортимент фототоваров.

Большое значение имеет и внутригрупповой подбор фототоваров. Из числа фотопластинок и пленок наибольший спрос покупатели предъявляют на сенсибилизированные сорта: Изоорто, Изохром, Панхром и Изопанхром, которые и следует заготовлять в бóльшем количестве, чем прочие сорта. При этом наиболее широкое применение в фотографии имеют материалы высокой и высшей светочувствительности, нормальные и контрастные. Наиболее употребительны пластинки 6,5×9, 9×12 см, плоские пленки формата 9×12 и 13×18 см, катушечные пленки и кинопленки для малоформатных камер.

Из всего ассортимента фотобумаг повышенный спрос предъявляется на глянцевые тонкие белые бумаги № 2 и № 3 формата от 9×12 до 18×24 см включительно. Запас этого сорта бумаги на складе должен составлять не менее 50% общего количества фотобумаги.

Необходимо постоянно иметь в магазине химические вещества, входящие в состав проявляющих и фиксирующих растворов, а также сухие смеси проявителей и фиксажей, так как они пользуются наибольшим спросом у потребителя.

3. Количественная приемка фототоваров

Правила количественной приемки фототоваров предусмотрены приказом по Наркомторгу СССР № 263 от 27 августа 1942 г. Согласно этому приказу все организации и предприятия Министерства торговли СССР для облегчения количественной приемки фототоваров обязаны: 1) при упаковке фототоваров вкладывать в каждый экземпляр специальные упаковочные листы (ярлыки) по форме № 68, утвержденной Наркомторгом СССР 23 декабря 1939 г. (типовая форма ЦУНХУ № 673); 2) маркировать каждое место товара отправительным маркировочным номером и указывать в маркировке вес брутто, вес тары, а по весовым товарам также вес нетто; 3) указывать в фактурах номера упаковочных ярлыков.

Проверка выполнения этих правил производится товароведом при вскрытии тары.

Обнаружив недостачу или излишек какого-либо товара, необходимо немедленно составить акт и только после этого направить всю партию товара в продажу.

Порядок и сроки количественной приемки товаров, составления актов и предъявления претензий по товарным недостачам в системе Министерства торговли СССР предусмотрены специальным приложением (инструкцией) к упомянутому выше приказу по Наркомторгу СССР.

Основные положения инструкции применительно к фототоварам следующие:

1. Если к моменту поступления товара счет-фактура поставщика еще не получен, то получатель производит приемку товара, не ожидая поступления счета. При этом обязательно составляется акт приемки по форме № 2, утвержденной Наркомторгом СССР от 23 декабря 1939 г. (типовая форма ЦУНХУ № 210), в котором указываются номера транспортных накладных и число мест, обозначенных в транспортных документах. Далее указывается вес товара в килограммах по данным станции отправления и вес товара на станции назначения, а также состояние упаковки.

Приемка товара и составление акта производятся с участием представителя местного отдела торговли или другой незаинтересованной организации. Акт подписывается членами комиссии и материально ответственным лицом, принявшим товар.

2. Количественная приемка затаренных товаров при одногороднем и иногороднем обороте производится:

а) на складе поставщика или на станции (пристани) назначения — по весу брутто, количеству мест и

б) на складе получателя — по весу нетто, количеству товарных единиц, находящихся в таре, и т. д.

3. В тех случаях когда, товар принят на складе поставщика по весу брутто и количеству мест, срок количественной приемки фототоваров и составления акта о недостаче определяется в 10 дней с момента получения товара со склада поставщика.

Если обнаружена недостача товаров, то следует составить акт с участием представителя поставщика.

4. При приемке на станции (пристани) назначения тарных и штучных грузов получатель обязан проверить количество мест, состояние упаковки каждого места, а также соответствие веса, номеров, марок, знаков на таре весу, номерам, маркам и знакам, указанным в накладной (согласно действующим правилам перевозок).

В случае недостачи груза по весу или по количеству мест, а также повреждения груза, неисправности тары, неправильной маркировки грузополучатель обязан потребовать от кладовщика железнодорожного склада составления коммерческого акта.

5. Претензии (рекламации), вытекающие из товарной недостачи, получатель обязан отослать поставщику в течение 10 дней с момента составления акта.

6. Поставщик, получив претензию, обязан в десятидневный срок либо удовлетворить ее, либо ответить мотивированным отказом.

При количественной приемке товаров, кроме правил инструкции, следует руководствоваться также приказом по Наркомторгу СССР № 288 от 26 июня 1943 г. «О мерах по обеспечению сохранности товаро-материальных ценностей и упорядочению количественной приемки товаров в системе Наркомторга СССР», приказом Министерства торговли СССР № 135 от 3 марта 1948 г. «Об усилении борьбы с недостачами и хищениями при отправке и приемке товаров» и приказом Министерства торговли СССР № 191 от 27 марта 1948 г. «Об утверждении инструкции о порядке участия представителей городского (районного) отдела торговли в количественной приемке товаров».

Основные положения упомянутых выше приказов заключаются в следующем:

1. При получении на складе поставщика системы Министерства торговли СССР незатаренных товаров покупатель выдает поставщику расписку в получении товара на основании фактической приемки всего товара по количеству (весу) и наименованиям. После выдачи расписки никакие претензии покупателя к поставщику о недостачах товара не допускаются.

2. При обнаружении на складе покупателя недостачи товара следует срочно направить соответствующие материалы судебно-следственным органам для расследования и привлечения к ответственности лиц, виновных в такой недостаче, с одновременным взысканием стоимости недостающего товара, определяемой по правилам приказа Министерства торговли СССР № 91 от 18 февраля 1948 г.

3. Получение и отправка товаров работниками торгующих организаций, не являющимися материально ответственными лицами, запрещаются.

4. Убытки в связи с отказом судебно-арбитражных органов взыскать с поставщика стоимость недостачи из-за неправильно составленного приемного акта относятся за счет лиц, виновных в нарушении установленного порядка и сроков приемки товаров.

5. Приемка со складов промышленности товаров без тары и упаковки или же в таре и упаковке, не соответствующих стандарту, договорам или основным условиям поставки, и в случаях, когда эти товары подлежат затариванию, запрещается.

6. Количественная приемка получаемых товаров и актирование недостачи должны производиться при участии представителей городских и районных отделов торговли. Такими представителями являются штатные работники последних или внештатные инспекторы из числа специалистов-товароведов торгующих организаций.

4. Качественная приемка фототоваров

В системе Министерства торговли СССР правила качественной приемки фототоваров предусмотрены нормами разбраковки промышленных товаров, установленными приказом Наркомвнуторга СССР № 2724 от 22 июня 1939 г. для баз, складов и магазинов.

Согласно этим нормам при разбраковке фототоваров качественной проверке подвергаются:

Наименование товаров	Норма разбраковки
Фотографические аппараты и объективы	100%
Светочувствительные материалы (фотопластинки, фотопленки, фотобумага)	По одной коробке или по одному пакету от каждого номера
Фотопринадлежности	Не менее 50%
Фотохимические товары	Не менее 20%

Всесторонняя качественная проверка фототоваров требует лабораторного их испытания, поэтому на базах, складах и при специализированных магазинах фотографических товаров необходимо иметь лабораторию.

Помещением для лаборатории может служить любая, хорошо вентилируемая, сухая и теплая комната, хотя бы и весьма небольших размеров — 3—4 м².

В лаборатории необходимо иметь стол, обитый клеенкой, для проведения лабораторных испытаний светочувствительных материалов, лабораторный фонарь с хорошо проверенными сменяемыми светофильтрами (оранжевым и красным), лабораторные весы с роговыми или пластмассовыми чашками и разновесом, термометр, воронку, стеклянные палочки для размешивания растворов, мензурку, часы или лучше секундомер, несколько ванночек, бачок для проявления пленки, копировальную рамку, станочек для сушки негативов, зажимы для сушки пленки, пинцет, вату и чистое полотенце, а также набор химических веществ для составления проявителей и фиксажей.

Комнату следует самым тщательным образом затемнить. Для общего белого освещения применяется лампочка мощностью в 60—75 ватт. В лаборатории весьма желательно иметь водопровод, в крайнем случае можно ограничиться баком с водой.

Для осмотра и проверки фотоаппаратов и принадлежностей нужно иметь второй стол совершенно чистый и сухой, также покрытый клеенкой. Над этим столом следует укрепить подвес-

ную лампу мощностью в 100—150 ватт. На полочке возле этого стола следует хранить в закрытой стеклянной банке мягкую хорьковую или колонковую кисть и чистую гигроскопическую вату для протирки объективов.

Для сдувания пыли с объективов и других деталей фотоаппаратов нужно иметь резиновый баллон. Для проверки приборов, имеющих электрическую арматуру, необходима штепсельная розетка.

Помещение лаборатории должно содержаться в полной чистоте и ежедневно проветриваться, для чего в помещениях, не имеющих окон, следует иметь вытяжной вентилятор.

За отсутствием собственной фотолаборатории можно обратиться к местным фотографиям.

Способы качественной проверки фототоваров приведены в соответствующих главах данной книги. Качественная проверка фототоваров производится товароведом или бракером.

Поставляемые товары должны по качеству соответствовать требованиям стандартов, утвержденных в установленном порядке и указанных в договоре, а товары, на которые нет утвержденных стандартов, — техническим условиям или образцам. Образцы должны быть опечатаны, подписаны обеими сторонами и храниться у каждой из них.

Товар должен поставляться в комплектном виде. Перечень предметов, входящих в комплект, если он не предусмотрен стандартом или техническими условиями, должен быть указан в договоре.

Все изделия должны иметь четкую фабричную маркировку.

Если обнаружены недоброкачественность, некомплектность, неправильная маркировка фототоваров, нарушен ассортимент, следует составить акт с участием представителя поставщика.

В акте должны быть указаны:

1) время и место составления акта;

2) лица, составляющие акт, их должность;

3) время отправки со станции (пристани, порта) отправления, время прибытия товара на станцию (пристань, порт) назначения и на склад получателя;

4) точное наименование получателя товара, поставщика, отправителя и организации, изготовившей товар;

5) описание товара, маркировки, упаковки, состояние ее и условия хранения, а в некоторых случаях и условия эксплуатации или переработки товара;

6) количество (вес), полное наименование и перечень предъявленного к осмотру и фактически проверенного и разбракованного товара, негодного к употреблению, и товара, подлежащего уценке;

7) точное описание качественных недостатков товара с указанием характера дефектов и причин, вызвавших дефекты, а в случае некомплектности — точное указание недостающих частей;

8) размер уценки (скидки) с точным обоснованием ее.

В акте должно быть точно указано, в какой мере товар не соответствует договорным условиям, ОСТам, техническим условиям и предусмотренным договором образцам.

В том случае, когда недоброкачественность товара обнаруживается потребителем после покупки товара, акт составляется на основании письменного заявления покупателя с заключением магазина. К акту, в котором имеется отметка магазина о времени продажи товара, прилагается фабричная этикетка или ярлык проданного товара.

Законные жалобы покупателя обязательно подлежат удовлетворению. Недоброкачественный товар должен быть заменен доброкачественным. Но не всегда жалобы покупателя основательны. Кажущийся брак может быть вызван неопытностью покупателя, неправильным или неумелым обращением с купленным товаром. В таких случаях только товаровед может помочь разобраться в справедливости рекламации и установить, законны ли жалобы покупателя.

Качественная приемка фототоваров, как правило, производится на складе получателя, хотя может производиться и на складе поставщика.

Во всех случаях, когда обнаруженные дефекты товара могут быть устранены в магазине, произведенный ремонт оплачивает поставщик. Если для ремонта требуются отдельные части или детали, которые не могут быть приобретены на месте, то их обязан предоставить поставщик.

Таким образом, товар с некоторыми незначительными дефектами, например с повреждением лака на фотоаппаратах, отставанием наружной оклейки и т. п., может быть превращен в полноценный товар.

Устранение дефектов оптических деталей и точных механизмов аппаратов всегда сопряжено с опасностью еще бо́льшего повреждения их. Поэтому такую работу может производить лишь опытный мастер с помощью соответствующего оборудования. Без этих условий производить ремонт не следует, а дефектные товары надо возвратить поставщику с соблюдением правил упаковки и в сопровождении соответствующего акта забраковки товара.

Иногда дефектные фотопринадлежности по соглашению между поставщиком и покупателем могут быть пущены в продажу вторым сортом с соответствующей уценкой. Однако это мероприятие не может быть распространено на такие фототовары, как аппаратура, светочувствительные материалы и химические вещества.

5. Основные правила транспортирования фототоваров

Подавляющее большинство фотографических товаров требует осторожного и бережного обращения при транспортировании. В первую очередь это относится к оптическим приборам: фотоаппаратам, объективам, увеличителям и т. п.

Распаковку ящиков с фотоаппаратами и другими оптическими приборами, доставленными в теплое помещение, следует начинать только через 5—6 часов, т. е. после того, как эти приборы примут температуру окружающего воздуха. Особенно следует обращать на это внимание в зимний период.

При надлежащей упаковке фотоаппараты и другие оптические приборы, а также светочувствительные материалы и химические вещества можно перевозить городским и железнодорожным транспортом любого вида. Не допускается перевозка их по неисправным дорогам и в повозках без рессор.

Сбрасывать ящики с фототоварами с подвод, автомашин и верхних рядов на складах и в вагонах воспрещается.

Фотоаппараты, перевозимые гужевым или автомобильным транспортом, обязательно нужно прикрывать водонепроницаемым брезентом.

6. Хранение фотографических товаров

Правила хранения фотографических товаров и особенно светочувствительных материалов обусловливаются специфическими свойствами этих товаров. Светочувствительные материалы подвержены действию температуры, влаги и аммиачных газов. Несмотря на тщательную светозащитную упаковку этих материалов, коробки с пластинками, пленками и фотобумагой нельзя держать под прямым солнечным освещением.

Хранить ящики с фототоварами под открытым небом также воспрещается.

Химические вещества, применяемые в фотографии, сильно подвержены влиянию температуры, влажности и солнечного света, поэтому они требуют очень тщательной упаковки. Хранить такие вещества в надорванных коробках или надломленных банках категорически воспрещается.

На банках и коробках обязательно должна быть этикетка с указанием вещества. Среди фотохимических веществ встречаются и ядовитые. В этих случаях на этикетках должна быть наклейка с надписью «яд».

Помещение для хранения фототоваров должно быть сухим с постоянно поддерживаемой температурой воздуха около 17° и относительной влажностью воздуха 60—70%.

В склад не должны проникать прямые солнечные лучи. Стеллажи со светочувствительными материалами и проявляющими веществами должны быть затемнены плотными занавесками. Полки должны находиться на высоте не менее 0,5 м от пола и не менее 1 м от отопительных приборов. Фотопластинки и пленки хранят уложенными на ребро; фотобумагу — плашмя или на ребро, но небольшими кипами.

Не разрешается хранение светочувствительных материалов совместно с химическими веществами. Химические вещества и светочувствительные материалы следует хранить в разных помещениях или, в крайнем случае, на большом расстоянии друг от друга.

В склад фототоваров не должны проникать вредные газы (сероводород, аммиак и т. п.), поэтому не разрешается устраивать склад фототоваров вблизи мусорных и выгребных ям. Помещение склада должно хорошо проветриваться.

Большое значение имеет и правильное размещение товаров на складе. Товары должны быть размещены так, чтобы их отпуск производился по мере поступления; ранее поступившие товары должны отпускаться в первую очередь.

Для этого только что принятые товары следует размещать дальше тех, которые уже имеются на складе.

Следует строго соблюдать правила противопожарной охраны, так как фото- и кинопленки являются огнеопасными материалами. Пленки следует хранить в железных ящиках или в специальных кладовых.

Наблюдение за состоянием складских помещений и за правильностью размещения и хранения в них фототоваров лежит также на обязанности товароведа.

7. Магазин фототоваров и его оборудование

Торговля фототоварами производится преимущественно в магазинах культтоваров и в промтоварных универмагах.

Специализированные магазины фототоваров сравнительно редки, и организуются преимущественно в крупных городах и республиканских центрах.

Требования к планировке, внешнему виду магазина, вентиляции, отоплению, освещению, внутренней отделке магазина и норме площади на одно рабочее место приведены в приложении № 2 к приказу Министерства торговли СССР № 420 от 11 сентября 1947 г.

Основные положения, приведенные в этом приказе применительно к фотомагазинам (или отделам), сводятся к следующему:

1) норма площади торгового зала на одно рабочее место должна составлять не менее 14 м²;

2) световая поверхность окон в торговом зале должна составлять не менее $^{1}/_{6}$ части площади пола, а искусственное освещение — не менее 8 ватт на 1 м² площади пола;

3) отопление должно обеспечивать температуру не ниже 15°;

4) помещение должно вентилироваться форточками или вытяжными вентиляторами;

5) при расстановке оборудования в торговом зале следует оставлять проходы: между прилавком и тамбуром с боковым входом — не менее 3 м, между прилавком и тамбуром с прямым ходом — не менее 4 м, между прилавком и незанятой оборудованием стеной — не менее 3 м, между двумя линиями прилавков — не менее 5 м, между прилавком и кассовой кабиной или внутримагазинной витриной — не менее 2 м.

Приведенные правила распространяются и на секции (отделы) фототоваров универсальных магазинов.

Размещение фототоваров в магазинах следует производить по групповым признакам.

Таких групп четыре: 1) фотографические аппараты и объективы, 2) фотографические принадлежности, 3) светочувствительные фотоматериалы и 4) фотохимические товары.

При размещении фототоваров по группам следует учитывать спрос на различные виды товаров; у прилавков с наиболее ходовыми товарами (например со светочувствительными материалами и фотохимическими веществами) всегда много покупателей. Поэтому прилавки с этими товарами должны быть по крайней мере в 2 раза длиннее прилавков, отведенных под фотоаппаратуру и фотопринадлежности.

Для показа новинок фототоваров в магазине следует оборудовать специальную витрину в виде шкафа, застекленного с трех или четырех сторон.

Весьма важное значение в фотомагазинах и в отделах фототоваров имеет кабина для зарядки кассет и аппаратов. Такая кабина должна быть тщательно затемнена. Площадь ее может быть небольшой. В кабине должен быть лабораторный фонарь с темнокрасным светофильтром, чистый стол, обитый материей, стул и белая лампочка (плафон) с выключателем. Кабина должна иметь воздушную вытяжку или вытяжной вентилятор. Последний включается и выключается продавцом на нужное время.

8. Организация торговли фототоварами

Организация торговли непосредственно не входит в круг обязанностей товароведа. Однако она не должна производиться без его участия. Размещение фототоваров в торговых шкафах, прилавочных и других витринах вытекает не только из удобств тор-

говли, но связано со специфическими особенностями этих товаров. Нельзя, например, содержать в одном шкафу химические вещества и светочувствительные материалы, а также располагать светочувствительные материалы и фотоаппараты в непосредственной близости к сильно нагретым электролампам.

В решении этих и других вопросов организации и техники торговли товаровед должен принимать самое деятельное участие.

Основные правила работы магазина фототоваров, являющиеся общими для всех магазинов Министерства торговли СССР, предусмотрены в приложении к приказу Министерства торговли СССР № 107 от 14 февраля 1951 г. В приказе предусмотрены: приемка и оприходование товаров, хранение товаров, подготовка товаров к продаже, продажа товаров, содержание весоизмерительного хозяйства, работа касс, прием, хранение и возврат тары, санитарное содержание магазина, отчетность материально ответственных лиц, актирование товарных потерь, инвентаризация товаро-материальных ценностей и денежных средств, контроль за работой магазина. В приложении, кроме того, перечислены права и обязанности торговых работников.

Поскольку все эти общие вопросы подробно изложены в упомянутом документе, мы на них останавливаться не будем и рассмотрим лишь вопросы, непосредственно связанные с торговлей фототоварами.

Размещение товаров на полках шкафов, в отдельных и прилавочных витринах должно быть таким, чтобы каждое изделие было видно покупателю со всех сторон. При этом образцы разборных изделий выставляются в витринах в разных положениях — в собранном и разобранном виде. К таким изделиям относятся фотоаппараты, увеличители, лабораторные фонари, штативы и т. п. Образцы изделий, поступающие в продажу в футлярах, пакетах, коробках или другой упаковке, кроме светочувствительных материалов и фотохимических веществ, показывают в открытом виде.

Образцы размещают аккуратно; ценники следует располагать так, чтобы покупатель смог легко понять, к какому изделию они относятся.

Товары, выставленные в прилавочной витрине, должны размещаться так, чтобы покупатель мог видеть их со всех сторон. Это достигается тем, что несколько экземпляров одного товара располагают в различных положениях. Особенно это относится к товарам, упакованным в коробки, на сторонах которых указано содержимое в них.

Очень важно и местоположение образцов в витрине. Стремясь приблизить образцы к покупателю, продавцы часто выкладывают ходовые товары ближе к наружной стороне прилавочной витрины и тем самым совершают ошибку. Эти товары заслоня-

ются рамой прилавочной витрины, и покупатели могут не заметить их, в то время как товары, которые расположены ближе к задней стороне витрины, видны значительно лучше.

Огромную роль играет и рекламно-информационный материал. Назначение и специфику многих фотографических товаров (например, насадочных линз, светофильтров и т. п.) трудно определить по внешнему виду. К таким изделиям обычно прилагаются инструкции и руководства, которые следует в развернутом виде располагать рядом с образцом товара.

Большую роль играет также показ действия фотоаппаратов различных конструкций. С этой целью весьма полезно сделать небольшой щиток, на котором выставить снимки, выполненные с помощью того или иного аппарата. То же относится и ко многим другим фототоварам: увеличителям, светофильтрам, сенсибилизированным пластинкам и пленкам, различным сортам фотобумаги.

Так, например, хлорбромосеребряные фотобумаги позволяют получать на них отпечатки с различными оттенками — коричневыми, красноватыми и др., в зависимости от метода их обработки. Весьма полезно сделать витрину с показом образцов таких отпечатков. Известно также, что оранжевые и красные светофильтры дают на снимках очень яркую вырисовку облаков. Поэтому полезно для сравнения выставить на витрине снимки одного и того же сюжета, сделанные с помощью этих светофильтров и без них.

Всякая реклама должна правдиво информировать покупателя о новинках промышленности, о назначении товара и о его особенностях.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие . . . 3

Глава I. **Основы фотографии** . . . 5

1. Природа света . . . 5
2. Основные свойства света . . . 7
3. Законы распространения света . . . 8
4. Возникновение оптического изображения . . . 12
5. Фотохимическое действие света и получение фотографического изображения . . . 15

Глава II. **Фотографические объективы** . . . 23

1. Линзы и их свойства . . . 23
2. Оптическая сила линзы . . . 28
3. Понятие о резком и нерезком изображении . . . 29
4. Недостатки простой линзы и способы получения высококачественного изображения . . . 30
5. Основные характеристики фотографического объектива . . . 37
6. Конструктивные элементы фотографического объектива . . . 47
7. Просветление объективов . . . 55
8. Классификация объективов . . . 58
9. Ассортимент фотографических объективов . . . 61
10. Маркировка, паспортизация и упаковка объективов . . . 68
11. Качественная проверка объективов . . . 69

Глава III. **Фотографическая аппаратура** . . . 71

1. Принцип устройства и действия фотоаппарата . . . 71
2. Затворы . . . 72
3. Механизмы наводки на резкость . . . 77
4. Видоискатели . . . 83
5. Классификация фотоаппаратов . . . 84
6. Современный ассортимент фотоаппаратов . . . 88
7. Маркировка, паспортизация и упаковка фотоаппаратов . . . 101
8. Качественная проверка фотоаппаратов . . . 101

Глава IV. **Светочувствительные фотоматериалы** . . . 104

1. Краткая технология изготовления светочувствительных материалов . . . 104
2. Свойства фотографических материалов . . . 108
3. Сенситометрические испытания фотографических материалов на прозрачной подложке . . . 114
4. Сенситометрическая система ГОСТа . . . 116
5. Определение сенситометрических величин . . . 122
6. Сенситометрическое испытание фотографических бумаг . . . 125
7. Сенситометрическое испытание цветных фотоматериалов . . . 127
8. Классификация и современный ассортимент фотопластинок . . . 128

9. Упаковка и маркировка фотопластинок 131
10. Сроки хранения фотопластинок 132
11. Классификация и современный ассортимент фотопленок 132
12. Упаковка и маркировка фотопленок 135
13. Сроки хранения фотопленок 135
14. Назначение негативных материалов 135
15. Назначение репродукционных материалов . . . . , 139
16. Классификация и современный ассортимент фотобумаг 140
17. Упаковка и маркировка фотобумаг 142
18. Сроки хранения фотобумаг 142
19. Назначение фотографических бумаг 142
20. Ассортимент и характеристика цветных фотографических материалов 144
21. Качественная проверка фотографических материалов 145

Глава V. **Фотографические принадлежности** 148
1. Классификация фотопринадлежностей 148
2. Принадлежности для фотографической съемки . . . 148
3. Лабораторные фотопринадлежности 154
4. Принадлежности для отделки фотоснимков 157

Глава VI. **Фотохимические товары** 158
1. Классификация фотохимических товаров 158
2. Фотохимические вещества и смеси 158
3. Упаковка и маркировка фотохимических веществ и смесей 166
4. Качественная проверка фотохимических веществ и смесей 167

Глава VII. **Организация и техника торговли фотографическими товарами** 169
1. Обязанности товароведа фототоваров 169
2. Заготовка фототоваров 171
3. Количественная приемка фототоваров 172
4. Качественная приемка фототоваров 175
5. Основные правила транспортирования фототоваров . 178
6. Хранение фотографических товаров 178
7. Магазин фототоваров и его оборудование 179
8. Организация торговли фототоварами 180

Редактор Ю. П. Марцевич. Техн. редактор Д. М. Судак.
Корректор А. Г. Либергал.
Обложка художника Г. Г. Федорова.

Л 106445. Сдано в набор 16 XII 1953 г. Подписано к печати 13 V 1954 г.
Формат 60×92, 1/16. Печ. л. 11,5. Бум. л. 5,75. Учетно-изд. л. 11,73. Авт. л. 11,23.
Тираж 10 000. Издат. № 169. Заказ № 4313. Цена 6 р. 90 к.

Типография «Юхисэлу», Таллин, ул. Пикк 42.


6 р. 90 к.